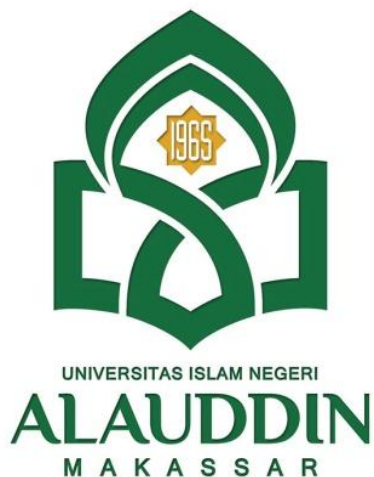


**PEMBUATAN HIDROGEL DARI TONGKOL JAGUNG (*Zea mays* L.)
SEBAGAI ABSORBEN LOGAM BERAT Cu dan Fe**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains
Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar
Oleh :

NUDIA TULJANNAH
60500117029

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR

2021

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nudia Tuljannah
NIM : 60500117029
Tempat, Tgl Lahir : Ujung Pandang, 11 April 1999
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : Jl. Abdullah Daeng Sirua, no. 255
Judul : Pembuatan Hidrogel dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)
sebagai Absorben Logam Berat Cu dan Fe

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan duplikat , tiruan, plagiat atau dibuat orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar saya peroleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, Juni, 2021

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR



Nudia Tuljannah
60500117029

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

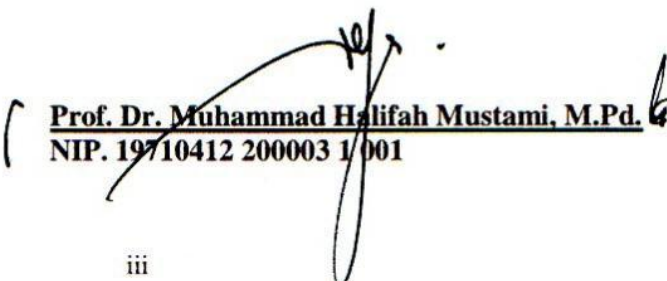
Skripsi yang berjudul "**Pembuatan Hidrogel dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.) sebagai Absorben Logam Berat Cu dan Fe**" yang disusun oleh **Nudia Tuljannah, NIM: 60500117029**, mahasiswa jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Rabu, 18 Agustus 2021 bertepatan dengan 9 Muharram 1443 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia.

Samata-Gowa, Rabu, 18 Agustus 2021 M
9 Muharram 1443 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. Fatmawati Nur, S.Si., M.Si	(.....)
Sekretaris	: Dr. H. Asri Saleh, S.T., M.Si	(.....)
Munaqys 1	: Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D	(.....)
Munaqys 2	: Dr. H. Aan Farhani, Lc., M.Ag.	(.....)
Pembimbing 1	: Dra. Sitti Chadijah, M.Si	(.....)
Pembimbing 2	: Syarifah Rabiatal Adawiyah, S.Pd., M.Sc	(.....)

Diketahui Oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar


Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd.
NIP. 19710412 200003 1 001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah swt. karena dengan izin dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Pembuatan Hidrogel dari Selulosa Tongkol Jagung (*Zea mays* L.) sebagai Absorben Logam Berat Cu dan Fe**. Salam serta shalawat semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad saw. yang merupakan suri tauladan bagi ummat manusia.

Selama proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai hambatan dan tantangan akan tetapi semuanya dapat dilalui karena adanya dukungan, motivasi serta doa dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang sangat besar dan tulus penulis berikan kepada:

1. Prof. Hamdan Juhannis, M.A, Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
2. Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
3. Dr. H. Asri Saleh, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
4. Dr. Rismawaty Sikanna, S.Si., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
5. Dra.Sitti Chadijah, M.Si. selaku dosen pembimbing I serta PA yang tak hentinya memberi arahan dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
6. Syarifah Rabiatul Adawiah S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang selalu meluangkan waktu dalam memberikan arahan serta semangat selama penyusunan skripsi ini.

7. Sjamsiah, S.Si., M.Si., PhD selaku penguji I yang senantiasa memberi masukan dan kritik dalam melengkapi skripsi ini.
8. Dr. Aan Farhani, Lc, M.Ag selaku penguji II yang senantiasa memberi masukan dan kritik dalam melengkapi skripsi ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia dan Laboran Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi atas segala ilmu yang telah diberikan selama menempuh pendidikan.
10. Kedua Orangtua, Bapak Rukman Samaila dan Ibu Masita Yunan serta saudara dan keluarga yang selalu ada untuk memberikan kasih dan sayang, do'a dan dukungan baik moril maupun materil.
11. Teman angkatan ORB17AL, serta teman-teman lainnya yang selalu memberi bantuan, dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari akan segala kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang berhubungan dengan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak khususnya mahasiswa Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Atas perhatian semuanya, penulis ucapkan terima kasih.

Gowa, Juni 2021

Penulis



Nudia Tuljannah
NIM: 60500117029

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tongkol Jagung (<i>Zea mays</i> L.).....	6
B. Absorben	9
C. Hidrogel.....	11
D. Pengikat Silang.....	13
E. Logam Berat.....	17
F. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	21
G. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	24

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat	26
B. Alat dan Bahan	26
1. Alat	26
2. Bahan	26
C. Prosedur kerja	26
1. Preparasi Tongkol Jagung	26
2. Ekstraksi Selulosa dari Tongkol Jagung	27
3. Pembuatan Hidrogel	27
4. Uji Sediaan Hidrogel	27
a. Uji Organoleptik	27
b. Uji Rasio <i>Swelling</i>	28
c. Uji Fraksi Gel	28
d. Karakterisasi menggunakan FTIR	28
5. Pembuatan Larutan Ion Logam	28
a. Pembuatan Larutan Logam Fe	28
1) Pembuatan Larutan Induk Fe 1000 ppm	28
2) Pembuatan Larutan Baku Fe 100 ppm	28
3) Pembuatan Deret Standar 10; 20; 30; 40; 50 ppm	29
b. Pembuatan Larutan Logam Cu	29
1) Pembuatan Larutan Induk Cu 1000 ppm	29
2) Pembuatan Larutan Baku Cu 100 ppm	29
3) Pembuatan Deret Standar 10: 20: 30: 40: 50 ppm	29
6. Aplikasi Hidrogel	29
a. Absorpsi Logam Berat	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	30
1. Selulosa dari Tongkol Jagung	30
2. Hidrogel dari Tongkol Jagung.....	30
3. Organoleptik.....	31
4. Rasio <i>Swelling</i>	32
5. Fraksi Gel	32
6. Absorpsi Logam Berat Cu dan Fe	33
7. Karakterisasi dengan Menggunakan FTIR.....	33
B. Pembahasan.....	34
1. Selulosa dari Tongkol Jagung	34
2. Hidrogel dari Tongkol Jagung.....	35
3. Organoleptik.....	36
4. Rasio <i>Swelling</i>	37
5. Fraksi Gel	38
6. Absorpsi Logam Berat Cu dan Fe	39
7. Karakterisasi dengan Menggunakan FTIR.....	41
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	46
B. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	54
RIWAYAT HIDUP	76

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Organoleptik.....	31
Tabel 4.2 Rasio <i>Swelling</i> Hidrogel.....	32
Tabel 4.3 Fraksi Gel	32
Tabel 4.4 Hasil Penyerapan.....	33
Tabel 4.5 Hasil Spektrum Hidrogel.....	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tongkol Jagung	6
Gambar 2.2 Struktur Selulosa.....	8
Gambar 2.3 Ikatan Silang dalam Polimer.....	14
Gambar 2.4 Struktur EDTA.....	15
Gambar 2.5 Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR)	21
Gambar 2.6 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	24
Gambar 4.1 Selulosa Tongkol Jagung.....	30
Gambar 4.2 Hidrogel Tongkol Jagung	30
Gambar 4.3 Hidrogel dengan Penambahan EDTA 0,100; 0,125 dan 0,15.....	36
Gambar 4.4 Hubungan Variasi EDTA dengan Rasio <i>Swelling</i>	37
Gambar 4.5 Hubungan Variasi EDTA dengan Fraksi Gel	38
Gambar 4.6 Hubungan Variasi EDTA dengan Absorpsi Logam Cu	39
Gambar 4.7 Hubungan Variasi EDTA dengan Absorpsi Logam Fe	39
Gambar 4.8 Spektrum FTIR Hidrogel Selulosa Tongkol Jagung	41
Gambar 4.9 Spektrum FTIR Hidrogel Selulosa Tongkol Jagung Setelah Absorpsi Logam Berat Cu	42
Gambar 4.10 Spektrum FTIR Hidrogel Selulosa Tongkol Jagung Setelah Absorpsi Logam Berat Fe	42
Gambar 4.11 Spektrum FTIR Hidrogel; Hidrogel Absorpsi Logam Berat Cu; Hidrogel Absorpsi Logam Berat Fe.....	43
Gambar 4.12 Reaksi Hidrogel dengan Ion Logam	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Penelitian.....	54
Lampiran 2 Perhitungan Kandungan Selulosa	55
Lampiran 3 Rasio <i>Swelling</i> Hidrogel	56
Lampiran 4 Perhitungan Fraksi Gel	57
Lampiran 5 Penentuan Kurva Standar Logam Cu dan Fe.....	59
Lampiran 6 Perhitungan Pembuatan Larutan.....	65
Lampiran 7 Perhitungan Absorpsi Logam Berat Cu dan Fe	70
Lampiran 8 Perhitungan Efisiensi Penyerapan	73
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian	75



ABSTRAK

Nama : Nudia Tuljannah

NIM : 60500117029

Judul : Pembuatan Hidrogel dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.) Sebagai Absorben Logam Berat Cu dan Fe

Hidrogel merupakan komposit polimer hidrofilik dengan jaringan tiga dimensi, yang memiliki kemampuan absorpsi cairan yang sangat baik. Salah satu sumber pembuatan hidrogel yaitu tongkol jagung. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk penyerapan limbah, salah satunya limbah logam berat seperti logam Cu dan Fe. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik hidrogel tongkol jagung serta kemampuan hidrogel dalam menyerap logam berat. Tahapan dalam pembuatan hidrogel meliputi ekstraksi selulosa tongkol jagung (*Zea mays* L.), pembuatan larutan selulosa, pembuatan hidrogel, uji organoleptik, uji rasio *swelling*, uji fraksi gel serta analisis menggunakan FTIR dan AAS. Hasil yang diperoleh yaitu terdapat gugus O-H, C-O, C=C dan C-H dari hidrogel yang dihasilkan sedangkan setelah menyerap logam berat terjadi pergeseran gugus O-H dan N-H serta serapan C-H tidak terdeteksi lagi. Kemampuan penyerapan hidrogel terhadap logam Cu maksimum pada penambahan EDTA 0,150 gram sebesar 22,40% dan pada logam Fe dengan penambahan EDTA 0,125 gram sebesar 15,61%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hidrogel dari selulosa tongkol jagung dapat digunakan sebagai absorben logam berat Cu dan Fe.

Kata kunci: Absorben, Hidrogel, Selulosa Tongkol Jagung, Logam Berat Cu dan Fe.

ABSTRACT

Name : Nudia Tuljannah

NIM : 60500117029

**Title : Hydrogel From Corncob Cellulose as an Absorbent for Heavy Metals
Cu and Fe**

Hydrogel is a hydrophilic polymer composite with a three-dimensional network, which has excellent liquid absorption ability. This can be used to absorb waste, one of which is heavy metal waste such as Cu and Fe. This study aims to determine the characteristics of the corncob hydrogel and its ability to absorb heavy metals. The steps in making hydrogels include extracting corncob cellulose (*Zea mays* L.), making cellulose solution and hydrogels, organoleptic, *swelling* ratio, gel fraction tests, and analysis using FTIR and AAS. The results showed that there are O-H, C-O, C=C and C-H groups on hydrogel, while after absorbing heavy metals there is a shift in O-H and N-H groups and C-H absorption is not detected again. The maximum absorption ability of the hydrogel on Cu was 22.40% with the addition of 0.150 gram EDTA and for Fe is 15,61% with the addition of 0.125 gram EDTA. Based on the results, it can be concluded that the hydrogel from corncob cellulose can be used as an absorbent for heavy metals Cu and Fe.

Keywords: Absorbent, Hydrogel, Corncob Cellulose, Heavy Metals Cu and Fe.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hidrogel termasuk komposit polimer hidrofilik dengan jaringan tiga dimensi yang dapat menyerap dan menahan air atau larutan berair volume besar. Hal ini dikarenakan terdapat gugus fungsional hidrofilik yang membuat kemampuan absorpsi cairan menjadi sangat baik. Sementara itu, pembentukan ikatan silang antar rantai polimer berkontribusi pada polimer yang tidak larut. Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak perhatian mengenai hidrogel untuk aplikasi luasnya di bidang pertanian, konstruksi, produk higienis, pengemasan makanan, pengolahan air limbah, dan biosensor. Akan tetapi, sebagian besar polimer sintetis kurang disukai karena stabilitasnya yang rendah, biaya produksi yang tinggi dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, bahan alami menjadi alternatif dari pembuatan hidrogel salah satunya yaitu tongkol jagung (Liu., dkk, 2019: 954).

Tongkol jagung merupakan bagian tumbuhan tempat melekatnya biji jagung yang nilai ekonomisnya masih rendah di pasaran. Tongkol jagung biasanya hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak oleh sebagian warga, bahkan sebagian warga lainnya menganggap tongkol jagung merupakan limbah yang tidak bisa dimanfaatkan. Allah menciptakan bumi serta seluruh apa yang berkembang di bumi tanpa sia-sia seperti dijelaskan dalam Q.S.Shaad/ 38: 27.

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۖ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ
كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

Terjemahnya:

“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, Maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka” (Kementerian Agama, 2017).

Menurut tafsir Ibnu Katsir (2005: 63), disebutkan bahwa penciptaan langit dan bumi serta apa yang ada diantara keduanya bukan tanpa hikmah. Kami tidak menciptakan langit, bumi dan segala isinya dalam bentuk berbagai makhluk yang menakjubkan, beraneka ragam, dan penuh ketelitian untuk sesuatu yang sia-sia. Dan keyakinan bahwa makhluk ini diciptakan tanpa hikmah adalah keyakinan orang-orang kafir. Maka neraka bagi mereka pada hari kiamat akibat kekafiran dan prasangka mereka terhadap Allah yang telah menciptakan mereka.

Allah menciptakan semua tumbuhan di bumi memiliki kegunaan atau manfaat tersendiri bagi keberlangsungan hidup manusia di muka bumi. Termasuk tongkol jagung yang Allah ciptakan, selain sebagai tempat melekatnya biji jagung, tongkol jagung juga memiliki beberapa kandungan senyawa kimia. Hasil penelitian Erviana (2013: 15) menyatakan bahwa kandungan tongkol jagung meliputi 20,6% SiO_2 , 10% air, 36,48% selulosa, 28,86% hemiselulosa dan 3,16% lignin.

Selulosa memiliki banyak gugus hidroksil (-OH) dan memiliki fungsi yang beragam, antara lain sebagai penyimpan air karena memiliki daya serap air yang tinggi. Oleh karena itu, selulosa dalam tongkol jagung dapat digunakan sebagai bahan baku hidrogel. Hidrogel adalah jaringan polimer tiga dimensi dengan ikatan silang, yang mampu mengembang atau menyimpan air (Essawy, 2016: 1).

Polimer pada hidrogel dapat dihubungkan dengan ikatan silang baik secara fisik maupun kimia. Pengikatan silang kimiawi adalah metode yang digunakan untuk membuat hidrogel dengan stabilitas mekanis yang baik dengan menggunakan senyawa kimia yang mengandung gugus fungsi seperti hidroksil (-OH), asam

karboksilat ($-\text{COOH}$) dan amina ($-\text{NH}_2$) (Hennink dan Nostrum, 2012: 226). Ikatan silang secara kimia salah satunya dengan menggunakan EDTA sebagai pengikat silang. Keunggulan EDTA sebagai pengikat silang lebih murah dan tidak terlalu toksik dibandingkan pengikat silang konvensional (Ritonga., dkk 2019: 3).

Ikatan silang secara fisik dilakukan dengan menggunakan interaksi selain ikatan kovalen, seperti ikatan hidrogen atau interaksi ionik. Tautan silang fisik dapat dipisahkan dan digabungkan kembali dengan proses pemanasan atau pendinginan (Oyama, 2014: 1). Salah satu metode ikatan silang secara fisik yaitu metode *freezing thawing and cycle* atau teknik beku leleh metode ini dapat dimanfaatkan untuk menginduksi ikatan silang antar polimer. Ikatan silang dapat terbentuk akibat adanya perubahan suhu ekstrim yang dipaparkan pada polimer. Metode ini lebih aman dan murah jika dibandingkan dengan metode ikatan silang fisik lainnya serta ramah lingkungan (Golor., dkk, 2020: 3).

Kapasitas pembengkakan dan retensi air yang baik serta biodegradabilitas yang diinginkan dari hidrogel membuatnya dapat diterapkan di berbagai bidang seperti pertanian, rekayasa jaringan organ dan absorpsi logam berat pada pengolahan air limbah industri (Gharekani., dkk, 2017: 1).

Limbah industri mengandung logam-logam berat seperti Cu dan Fe. Pencemaran logam berat tersebut dapat membahayakan kehidupan perairan dan kesehatan manusia. Logam berat tersebut tidak dapat didegradasi oleh tubuh dan bersifat racun pada konsentrasi yang rendah dan dapat terakumulasi dalam jangka waktu tertentu. Maka dari itu dibutuhkan absorben atau penyerap logam berat (Singh., dkk, 2011: 248). Pencemaran lingkungan yang terjadi baik di darat maupun di laut dijelaskan pada firman Allah Q.S Ar-Rum/ 30: 41 sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Terjemahnya:

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Kementrian Agama, 2017).

Menurut tafsir Ibnu Katsir (2005: 379), Istilah al-barr dalam ayat ini adalah tanah seperti yang kita ketahui, dan yang dimaksud dengan al-bahr adalah laut. Dalam ayat ini dijelaskan bahwa al-fasad telah terjadi di darat dan di laut. Al-Fasad adalah segala bentuk pelanggaran terhadap sistem atau hukum yang dibuat oleh Allah SWT, yang diterjemahkan dengan kehancuran. Perusakan tersebut dapat berupa pencemaran alam sehingga tidak layak huni lagi atau bahkan perusakan alam sehingga tidak dapat digunakan lagi dengan baik. Di darat misalnya perusakan flora dan fauna, dan di laut seperti perusakan biota laut. Kehancuran terjadi sebagai akibat dari perilaku manusia, seperti eksploitasi alam yang berlebihan serta industri yang tidak memiliki pengolahan limbah yang baik. Dalam ayat ini, Allah menegaskan bahwa tidak semua dampak buruk perusakan alam dirasakan oleh manusia, tetapi hanya sebagian saja. Beberapa dampak buruk lainnya telah diatasi oleh Allah, di antaranya dengan menyediakan sistem di alam yang dapat menetralkan atau memulihkan kerusakan alam. Salah satunya adalah hidrogel yang dapat digunakan sebagai penyerap atau absorben logam berat di lingkungan.

Menurut penelitian Rahayuningdya., dkk (2015) hidrogel yang dibuat dengan menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVP dengan menggunakan metode teknik beku leleh atau *freezing and thawing cycle* menghasilkan rasio *swelling* sebesar 507% dan fraksi gel 14%. Berdasarkan latar belakang tersebut maka

dilakukan penelitian mengenai potensi hidrogel dari selulosa tongkol jagung (*Zea mays* L.) sebagai absorben logam berat.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik hidrogel dari tongkol jagung (*Zea mays* L.) sebelum dan setelah absorpsi logam berat Cu dan Fe dengan menggunakan FTIR?
2. Bagaimana kemampuan hidrogel dari selulosa tongkol jagung (*Zea mays* L.) sebagai absorben logam berat Cu dan Fe?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui karakteristik hidrogel dari tongkol jagung (*Zea mays* L.) sebelum dan setelah absorpsi logam berat Cu dan Fe dengan menggunakan FTIR.
2. Untuk mengetahui kemampuan hidrogel dari selulosa tongkol jagung (*Zea mays* L.) sebagai absorben logam berat Cu dan Fe.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan limbah tongkol jagung (*Zea mays* L.).
2. Memberikan informasi kepada mahasiswa tentang pemanfaatan hidrogel dan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Tongkol Jagung (Zea mays L.)*

Jagung memiliki beberapa bagian, diantaranya akar, batang, daun dan tongkol. Tongkol berkembang di ruas-ruas pada batang dimana tongkol induk umumnya terdapat pada ruas batang keenam sampai kedelapan. Bagian bawah tanaman jagung biasanya memiliki 5-7 tongkol yang berkembang tidak sempurna. Kandungan senyawa kimia pada tanaman jagung tergantung pada umur, tingkat perkembangan, kondisi fisik dan kimia tanah, kelembaban iklim dan populasi tanaman. Pada umumnya tongkol jagung banyak mengandung serat kasar berupa selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika (Erviana, 2013: 3-4).



Gambar 2.1 Tongkol Jagung
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

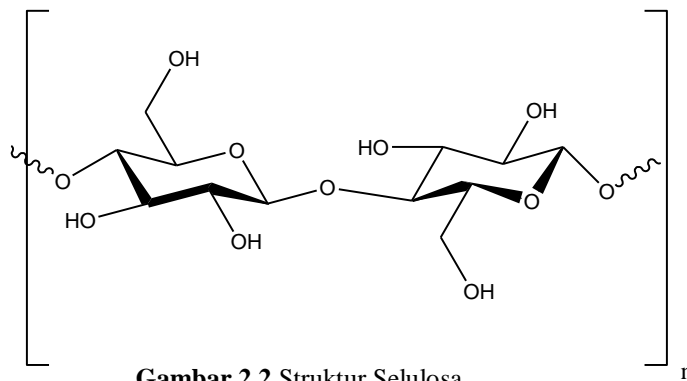
Tongkol tanaman jagung (Gambar 2.1) tumbuh diantara batang daun dengan pelepah daun dari tanaman jagung. Pada umumnya satu tanaman jagung hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif, padahal pada tanaman jagung terdapat beberapa bunga betina. Tongkol jagung merupakan tempat bulir jagung menempel. Istilah ini juga digunakan untuk menyebut seluruh bagian jagung betina atau biasa disebut juga dengan buah jagung. Tongkol jagung dibungkus dengan kelobot atau kulit jagung. Secara morfologi, tongkol jagung merupakan batang utama dari salah satu bagian pada jagung yang dapat memunculkan bulir pada kondisi

tertentu. Tongkol jagung tua memiliki ketahanan yang kuat seperti tidak mudah patah namun ringan dan merupakan sumber monosakarida dengan lima atom karbon. Tongkol jagung tersusun dari senyawa kompleks lignin, hemiselulosa dan selulosa (Gurung., dkk, 2018:15).

Menurut Nurfadila., dkk (2019: 1) tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dalam sistematika tumbuhan dimasukkan dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Division	: Spermatophyta
Subdivisio	: Agiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Poales
Family	: Poeceae (Graminae)
Genus	: Zea
Spesies	: <i>Zea mays</i> . L

Menurut hasil penelitian Prayogi (2016: 7), menunjukkan bahwa tongkol jagung memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sekitar 60,5%. Dari uji *swelling* diperoleh persentase penyerapan air berbahan dasar tongkol jagung sebesar 1255%, dan berdasarkan pengamatan proses, penyusutan hidrogel membutuhkan waktu 10 hari agar hidrogel kembali ke berat normalnya.



Gambar 2.2 Struktur Selulosa
(Sumber: Kamoun., dkk, 2015: 6)

Selulosa (Gambar 2.2) adalah polimer alam yang tersusun dari molekul cincin glukosa dengan rantai linier dalam konformasi datar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, memiliki struktur kristal atau amorf yang banyak ditemukan di kayu dan lignoselulosa tanaman lainnya. Selulosa memiliki unit monomer berulang $[C_6H_{10}O_5]_n$ dihubungkan oleh ikatan kovalen antara atom oksigen dengan atom C pertama pada cincin pertama, dan atom C ke-4 pada cincin kedua, sehingga disebut ikatan β 1,4-glukosida. Adanya ikatan hidrogen dari gugus hidroksil pada cincin pertama dengan cincin kedua berpengaruh terhadap stabilitas dan sifat fisik rantai selulosa dalam konformasi linier.

Tongkol jagung digunakan sebagai absorben atau penyerap karena kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang tinggi yang mengandung gugus hidroksil (OH). Gugus OH pada selulosa menyebabkan permukaan selulosa menjadi hidrofilik sehingga mudah larut dalam air. Hal ini yang menyebabkan tongkol jagung digunakan sebagai absorben (Aryanti., dkk, 2014: 3).

B. *Absorben*

Absorben merupakan suatu bahan berupa padatan atau cairan yang dapat mengabsorpsi bahan yang terserap. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai absorben harus mempunyai sifat resisten yang tinggi terhadap abrasi, stabilitas panas yang tinggi dan ukuran diameter pori butiran yang kecil yang menghasilkan luas permukaan besar sehingga menyebabkan zat yang diabsorpsi nantinya akan semakin banyak (Erizal., 2015: 29). Absorben mendistribusikan bahan yang ditangkanya secara menyeluruh sementara adsorben hanya mendistribusikan di permukaan saja. Proses gas atau cair yang menembus ke dalam bahan adsorben secara umum dikenal sebagai absorpsi. Absorpsi merupakan proses terjadinya pemindahan solute (zat terlarut) terjadi ketika partikel melewati atau memasuki suatu material yang bersifat ruah. Selama proses absorpsi, molekul terlarut atau terdifusi sepenuhnya di dalam absorben untuk membentuk suatu larutan kemudian molekul tidak dapat dipisahkan secara mudah dari suatu absorben (Ningsih., dkk, 2017: 1).

Daya serap suatu absorben memiliki aspek fisik dan kimia yaitu memiliki sifat bahan yang dapat menerima, mengangkut dan akhirnya mempertahankan larutan berair. Proses penyerapan terjadi antara cairan yang masuk dan struktur suatu penyerap atau absorben. Absorben berperan dalam menerima dan mentransmisikan cairan ke inti penyerap yang mendasarinya. Inti terancang adalah serat selulosa yang diletakkan di udara yang dicampur dengan polimer penyerap. Sistem kapiler yang berserat memiliki kapasitas penyerapan fisik yang cukup besar di samping kemampuan untuk mengangkut cairan ke polimer penyerap. Terdapat beberapa polimer yang memiliki sifat hidrofilik telah dibuat menjadi salah satu komposisi penyerap, salah satunya poli (asam akrilat) yang digunakan sebagai standar industri dengan ikatan silang yang ringan (Cundari., dkk, 2014: 52).

Absorben adalah cairan yang dapat melarutkan bahan yang akan diabsorpsi pada permukaannya. Absorben sering juga disebut dengan cairan pencuci. Karakteristik serat dan cairan mempengaruhi daya serap suatu absorben. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan suatu absorben yaitu memiliki daya melarutkan bahan yang diabsorpsi yang sebesar mungkin agar kebutuhan akan cairan lebih sedikit serta volume alat lebih kecil, selektif, memiliki tekanan uap yang rendah, tidak korosif, sangat reaktif, stabil secara termis dan memiliki harga yang terjangkau (Kartohardjono., dkk, 2007: 98).

Sebagian besar cairan yang diserap secara kimiawi dalam absorben membeku namun tidak bebas mengalir keluar dari jaringan molekuler. Salah satu pengaplikasian dari absorben yaitu hidrogel. Hidrogel termasuk cairan berbentuk gel seperti keadaan materi antara cair dan padat, menunjukkan sifat-sifat keduanya. Sifat hidrogel sebagai absorben merupakan sifat dari permukaan suatu karakteristik hidrogel. Secara umum senyawa yang dapat diserap oleh hidrogel adalah senyawa yang larut dalam air yang dipengaruhi oleh besar kecilnya diameter senyawa, sedangkan sebagian besar senyawa non polar tidak dapat diserap oleh hidrogel. Sifat absorpsi hidrogel dipengaruhi oleh sifat interaksi antara senyawa dengan hidrogel dan beberapa kemungkinan yang terjadi akibat interaksi tersebut yaitu solvasi gugus hidrofilik. Fenomena difusi, hidrasi, solvasi, tekanan osmotik, porositas jaringan, dan pertimbangan elektrostatis mengatur penyerapan kimia. Mekanisme dimana cairan secara spontan bergerak ke dalam dan melalui struktur berpori seperti hidrogel (Erizal, 2015: 30).

C. Hidrogel

Hidrogel merupakan jaringan polimer yang dapat mengabsorpsi sejumlah air tanpa melarutkan atau menghilangkan integritas struktur polimer tersebut. Secara teknis, hidrogel adalah polimer hidrofilik ikatan silang tiga dimensi yang memiliki kemampuan untuk mengasimilasi sejumlah besar air atau cairan lainnya dan bisa membengkak tanpa larut. Hidrogel adalah bahan superabsorben yang dapat menahan ratusan kali beratnya di dalam air. Hal ini dikarenakan sifat khusus yang dimiliki yaitu terdapat gugus fungsi hidrofilik yang terhubung ke tulang punggung polimer sedangkan ketidaklarutannya muncul dari hubungan silang antara jalur jaringan (Khusbu., dkk, 2019: 1).

Istilah hidrogel merupakan jaringan polimer yang tidak larut dalam air yang memiliki kapasitas untuk menyerap air dalam jumlah yang cukup besar. Hidrogel adalah gel polimer makromolekul yang dibangun dari jaringan rantai polimer yang terikat silang. Hidrogel disintesis dari monomer hidroflik dengan pertumbuhan rantai dengan pengikat silang fungsional untuk mendorong pembentukan jaringan pada hidrogel tersebut (Maitra dan Vivek, 2014: 27).

Metode persiapan mengarah pada pembentukan beberapa kelas hidrogel yang penting. Menurut Ahmed (2015:106) klasifikasi hidrogel menurut komposisi polimernya yaitu sebagai berikut:

1. Hidrogel homopolimer

Hidrogel homopolimerik disebut sebagai jaringan polimer yang berasal dari satu spesies monomer, yang merupakan unit struktural dasar yang terdiri dari jaringan polimer apa pun. Homopolimer mungkin memiliki struktur kerangka ikatan silang tergantung pada sifat monomer dan teknik polimerisasinya.

2. Hidrogel kopolimer

Hidrogel kopolimer terdiri dari dua atau lebih spesies monomer yang berbeda dengan setidaknya terdiri dari satu komponen hidrofilik yang tersusun secara acak, konfigurasi blok atau bolak-balik di sepanjang rantai jaringan polimer.

3. Multipolimer jaringan polimer penetrasi

Suatu kelas hidrogel yang penting, terbuat dari dua komponen polimer sintetik dan atau polimer alam yang terikat silang secara independen, yang terdapat dalam bentuk jaringan. Hidrogel multipolimer, ini disebut juga hidrogel Interpenetrating Polymer Network (IPN), komposisi hidrogel ini terdiri dari dua polimer sintesis dan/ atau polimer alam yang terjebak dalam pembentukan jaringan. Pada hidrogel Semi-IPN, salah satu komponennya adalah polimer yang mengalami ikatan silang dan komponen lain tidak mengalami ikatan silang.

Klasifikasi hidrogel pada struktur fisiknya dan komposisi kimianya dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu kristal, amorf (non-kristal), dan semikristalin yang merupakan campuran kompleks amorf dan fase kristal (Ahmed, 2015: 107).

Hidrogel dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan sifat kimia atau fisik sambungan silang. Jenis *cross-linking* secara kimiawi memiliki sambungan permanen, sedangkan jaringan fisik memiliki sambungan sementara yang muncul baik dari antar polimer atau interaksi fisik seperti interaksi ionik, ikatan hidrogen, atau interaksi hidrofobik (Lestari, 2018: 37).

Hidrogel umumnya memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan air. Saat kontak dengan air, gugus hidrofilik polar dari hidrogel merupakan bagian awal yang akan terhidrasi oleh molekul air sehingga menyebabkan terbentuknya ikatan primer. Proses pembentukan ikatan primer ini dapat terjadi karena adanya struktur rongga berukuran nano (*nanocavity*) pada jaringan polimer hidrogel yang

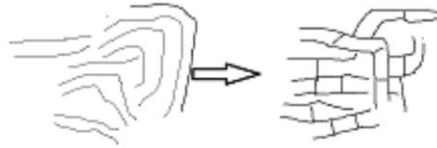
memungkinkan terjadinya ikatan antara molekul air dan gugus polar yang berasal dari hidrogel (Ostrowska dan Gierszewska., dkk, 2009: 80). Proses ini akan menyebabkan hidrogel secara struktural membengkak (*swell*) dan mengakibatkan terbukanya struktur hidrogel yang juga memiliki kemampuan untuk mengikat air, sehingga membentuk ikatan sekunder. Selain ikatan primer dan sekunder, air juga dapat diserap melalui osmosis hingga tercapai tingkat keseimbangan. Proses pelepasan air yang diserap dalam struktur hidrogel dapat terjadi jika stabilitas ikatan antara air dan struktur hidrogel yang terbentuk selama proses penyerapan terganggu. Beberapa stimulan eksternal yang dapat mengganggu stabilitas ikatan struktural hidrogel dan air antara lain perbedaan suhu, tekanan, kelembaban, keasaman media aplikasi dan juga karena adanya bahan kimia lain (Salleh., dkk, 2019: 50).

Pelarutan gugus hidrofilik menyebabkan derajat hidrasi meningkat, hidrogel akan mengembang dan koefisien partisi akan meningkat. Interaksi ionik dapat berupa interaksi dengan muatan ion yang sama dan muatan yang berbeda antar hidrogel. Pada muatan yang sama, senyawa tidak dapat diserap oleh hidrogel, sedangkan pada keadaan muatan yang berbeda terjadi ikatan ion antara senyawa dengan hidrogel dan penolakan senyawa oleh hidrogel. Hal ini disebabkan karena senyawa yang tidak larut dalam matriks polimer hidrogel dan karena ukuran senyawa yang relatif besar dibandingkan dengan ukuran pori hidrogel. Kemampuan penyerapan hidrogel secara maksimal dipengaruhi oleh ikatan silang (Erizal, dkk, 2017: 33).

D. Pengikat Silang

Ikatan silang baik secara fisik maupun kimiawi membentuk struktur jaringan tiga dimensi pada hidrogel yang tidak dapat larut. Struktur ikatan silang yang tidak larut ini memungkinkan imobilisasi dan pelepasan zat aktif dan biomolekul yang

efektif. Hidrogel tampak mirip dengan jaringan lunak alami karena kandungannya yang tinggi (Maitra dan Vivek, 2014: 27).

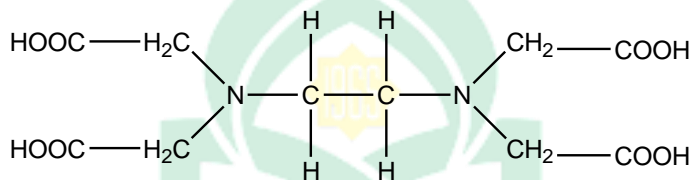


Gambar 2.3 Ikatan Silang dalam Polimer
(Sumber: Maitra dan Vivek, 2014: 27)

Ikatan silang dalam polimer (Gambar 2.3), memiliki kemampuan untuk mempertahankan struktur tiga dimensi yang tidak berubah selama pembengkakan disebabkan oleh ikatan silang secara fisik atau kimiawi yang juga membantu mencegah hidrogel larut dalam pelarut. Ikatan silang fisik adalah hubungan temporal karena adanya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik atau interaksi elektrostatik antara gugus yang bermuatan. Ikatan silang kimia adalah persimpangan permanen yang dibentuk oleh ikatan kovalen dengan ikatan ionik yang relatif lebih kuat diantara berbagai gugus fungsional dari agen pengikat silang. Oleh karena itu, struktur polimer yang berbeda termasuk homo-polimer, kopolimer linier, dan blok atau kopolimer cangkang terbentuk karena ikatan silang fisik atau kimia selama proses polimerisasi (Kabir., dkk, 2018: 157).

Teknik yang dapat digunakan untuk menyebabkan terjadinya penautan silang bergantung pada sifat polimer. Hubungan silang dapat terjadi melalui polimerisasi monomer yang memiliki fungsi lebih dari dua yaitu dengan kondensasi atau dengan ikatan kovalen antara rantai polimer melalui iradiasi, vulkanisasi belerang atau reaksi kimia dengan menambahkan bahan kimia berbeda yang disertai pemanasan dan tekanan (Maitra dan Vivek, 2014: 27).

Metode ikatan silang kimiawi menggunakan ikatan kovalen antar rantai polimer untuk menghasilkan hidrogel permanen. Pembentukan ikatan silang dilakukan dengan penambahan molekul ikatan silang kecil, konjugasi polimer, agen fotosensitif atau dengan reaksi katalis enzim. Pembuatan hidrogel pengikat silang molekul kecil minimal membutuhkan satu polimer dan satu molekul kecil sebagai pengikat silang dalam pelarut yang sesuai. *Cross-linker* adalah molekul dengan setidaknya memiliki dua gugus fungsi reaktif yang memungkinkan pembentukan jembatan antara rantai polimerik (Parhi, 2017: 520).



Gambar 2.4 Struktur EDTA
(Sumber: Nadhila dan Harmin, 2020: 117)

Etilen Diamin Tetra Asetat atau EDTA (Gambar 2.4) merupakan asam karboksilat poliamino. EDTA memiliki kemampuan membentuk senyawa kompleks dengan logam berat. EDTA merupakan agen pengkhelat yang dapat mengikat logam berat, sehingga dapat berfungsi sebagai penyerap logam berat dalam air limbah. Modifikasi kimia EDTA menjadi bentuk gel dapat meningkatkan kemampuan dan kapasitas absorpsinya terhadap ion logam berat. Hal ini dikarenakan bentuk gel memiliki volume pori yang lebih besar sehingga akan maksimal dalam penyerapan logam dibandingkan dengan bentuk lain seperti serpihan (Nadhila dan Harmin, 2020: 117).

Selain metode pengikatan silang secara kimiawi terdapat juga pengikatan silang secara fisik salah satunya dengan menggunakan metode *freezing and thawing cycle* atau teknik beku leleh terjadi ketika pelarut atau zat terlarut mengkristal pada

pembekuan, yang mengurangi ruang rantai polimer, meningkatkan konsentrasi polimer, dan memaksa rantai polimer untuk menyelaraskan dan mengasosiasikan ke dalam struktur jaringan hidrogel. Umumnya, jaringan yang digabungkan dengan teknik ini dihubungkan oleh ikatan hidrogen dan interaksi kovalen (Zainal., dkk, 2021: 944).

Metode *freeze thaw* merupakan salah satu metode dalam membentuk ikatan silang secara fisika. Berdasarkan penelitian Kartika., dkk, (2015:646), sediaan hidrogel dibentuk dengan metode fisika yaitu *freezing and thawing cycle* metode ini dilakukan dengan cara menyimpan sampel pada suhu -20°C selama 18 jam dan disimpan pada suhu ruang 25°C selama 6 jam dan diamati pembentukannya hingga 5 siklus. Proses ini melibatkan pembentukan kristal dalam struktur yang berfungsi sebagai ikatan silang fisik yang dapat meningkatkan kekuatan mekanik hidrogel. Pada siklus pertama, hidrogel terbentuk dengan sifat mekanik yang rendah dan mudah sobek. Setelah siklus ketiga, hidrogel terbentuk dengan sifat yang lebih kuat dan tidak mudah sobek seperti halnya pada siklus 4 dan 5. Hidrogel dengan rasio *swelling* dan fraksi gel terbaik pada siklus 3,4 dan 5.

Proses pembentukan ikatan silang dengan teknik beku leleh relatif lebih aman dan murah dibandingkan metode lainnya karena tidak dibutuhkan katalisator dan inisiator yang sama halnya dengan proses iradiasi yaitu terjadi ikatan silang secara fisika dalam struktur makromolekulnya (Rahayuningdyah., dkk, 2020: 119). Metode ini ramah lingkungan dan terjadi pembentukan gel fisik berpori akibat siklus pembekuan atau pencairan. Bahan yang dihasilkan stabil dalam air dan juga memiliki kemampuan pengembangan baik dalam akuades maupun larutan fisiologis dan larutan logam (Gotovtsev., dkk, 2019: 3).

E. *Logam Berat*

Logam digolongkan dalam dua kategori, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat merupakan logam yang memiliki berat jenis $\geq 5 \text{ g/cm}^3$ sedangkan logam yang mempunyai berat jenis di bawah 5 g/cm^3 merupakan logam ringan. Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kerak bumi yang tidak dapat terdegradasi dan menyebabkan peningkatan konsentrasi bahan kimia dalam waktu yang lama. Golongan unsur logam mempunyai daya hantar panas yang baik dan listrik yang tinggi, sedangkan golongan unsur nonlogam mempunyai daya hantar listrik dan panas yang rendah (Agustina, 2014: 55).

Logam berat merupakan unsur penting dalam makhluk hidup seperti logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe) dan seng (Zn) yang berperan penting dalam menjaga metabolisme tubuh tetapi memiliki ambang batas untuk tubuh. Logam yang termasuk unsur mikro merupakan golongan logam berat non esensial yang tidak boleh ada di dalam tubuh karena bersifat racun bagi manusia seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As) dan kadmium (Cd) (Agustina, 2014: 55). Logam berat terutama yang berada di perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi di biota laut baik melalui insang maupun melalui rantai makanan dan akhirnya sampai ke manusia. Fenomena ini dikenal sebagai bioakumulasi atau proses biologis pada organisme dengan mengendapkan logam berat di dalam tubuh organisme melalui proses rantai makanan (Setiawan, 2014:5).

Pengelompokkan logam berat terdiri dari beberapa jenis yaitu logam yang mudah mengalami reaksi kimia bila bertemu dengan unsur oksigen disebut juga logam dengan *oxygen-seeking metal*, logam yang mudah mengalami reaksi kimia apabila bertemu dengan unsur nitrogen dan atau belerang dan logam transisi yang

mempunyai sifat khusus sebagai logam atau ion pengganti logam dan juga ion logam golongan A dan logam golongan B.

Unsur logam masuk ke lingkungan laut melalui sungai dan udara, umumnya sebagian besar masuk melalui aliran sungai. Dampak pencemaran akibat logam terutama logam berat karena sifatnya yang tidak dapat terurai (non-biodegradable) dan mudah diserap oleh biota laut sehingga terakumulasi dalam tubuh biota laut. Logam berat yang telah banyak dipelajari antara lain stronsium (Sr), uranium (Ur), astatin (As), timbal (Pb) dan merkuri (Hg) dan sebagian besar berfokus pada mekanisme interaksi oksidasi-reduksi pada permukaan nanopartikel. Sedangkan logam seperti tembaga (Cu), besi (Fe) dan nikel (Ni) masih jarang dipelajari (Susiati, 2014: 2).

1. Logam Cu

Tembaga (Cu) adalah logam dengan nomor atom 29, massa atom 63,546, titik lebur 1083 °C, titik didih 2310 °C, jari-jari atom 1,173 Å dan jari-jari ion Cu²⁺ 0,96 Å. Tembaga adalah logam transisi golongan I B yang berwarna kemerahan, mudah regang dan mudah ditempa. Unsur tembaga (Cu) di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk senyawa atau sebagai senyawa padat berupa mineral. Cu termasuk dalam golongan logam esensial, dimana dalam kadar rendah dibutuhkan oleh organisme sebagai koenzim dalam proses metabolisme tubuh, sifat toksiknya hanya muncul dalam kadar tinggi (Asriani, 2017:7).

Peningkatan kadar logam berat seperti tembaga (Cu) di air sungai umumnya disebabkan oleh masuknya limbah industri, pertambangan, pertanian dan domestik yang mengandung logam berat. Peningkatan kadar logam berat di perairan akan menyebabkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses

metabolisme berubah menjadi racun bagi organisme yang berada di perairan. Logam berat, jika telah diserap oleh tubuh, akan mengendap yang nantinya akan dibuang melalui proses ekskresi. Hal yang sama juga terjadi jika suatu lingkungan terutama di perairan telah tercemar dengan logam berat maka proses pembersihannya akan sangat sulit dilakukan (Susiati, 2014: 2).

Logam Cu termasuk logam berat esensial, jadi meskipun beracun tetapi sangat dibutuhkan manusia dalam jumlah yang kecil. Toksisitas dimiliki Cu baru akan bekerja bila telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah yang besar atau melebihi nilai toleransi organisme. Cu merupakan logam esensial yang jika berada dalam konsentrasi rendah dapat merangsang pertumbuhan organisme sedangkan dalam konsentrasi yang tinggi dapat menjadi penghambat. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm akan menyebabkan kematian bagi fitoplankton. Dalam tenggang waktu 96 jam (Aryawan., dkk, 2017: 57).

Paparan Tembaga dalam waktu yang lama pada manusia akan menyebabkan terjadinya akumulasi bahan-bahan kimia dalam tubuh manusia yang dalam periode waktu tertentu akan menyebabkan munculnya efek yang dapat merugikan kesehatan manusia. Gejala yang timbul pada manusia yang keracunan Cu akut adalah mual, muntah, sakit perut, hemolisis, nefrosis, kejang, dan akhirnya mati. Pada keracunan kronis, Cu tertimbun dalam hati dan menyebabkan heolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya H_2O_2 dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel menjadi pecah. Defisiensi suhu dapat menyebabkan anemia dan proses pertumbuhan terhambat (Nurhamiddin dan Marshus, 2018: 47).

2. Logam Fe

Besi atau ferrum (Fe) merupakan salah satu logam yang paling banyak ditemukan di kerak bumi. Besi dengan berat atom relatif 55,85. Besi murni adalah logam perak berwarna putih, yang kuat dan memiliki titik leleh pada 1535°C. Fe di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII B, dengan berat atom 55,85 g.mol⁻¹, nomor atom 26, berat jenis 7.86 g.cm⁻³ dan umumnya mempunyai valensi 2 dan 3. Besi (Fe) adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi, jarang dijumpai dalam keadaan bebas, untuk mendapatkan unsur besi campuran lain harus dipisahkan melalui kimia. Besi komersial murni jarang tersedia, biasanya besi mengandung karbida, silisida dan sulfida, serta sedikit grafit. Polutan ini berperan penting dalam kekuatan struktur besi (Rahmayani, 2009, 17).

Besi merupakan elemen kimiawi yang dapat ditemukan hampir di setiap tempat di bumi pada semua lapisan-lapisan, namun besi juga merupakan salah satu logam berat yang berbahaya apabila kadarnya melebihi ambang batas besi. Pada umumnya besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe²⁺ atau Fe³⁺. Besi terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe²⁺) atau kation ferri (Fe³⁺). Hal ini tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti Fe(OH)₃, FeO, dan Fe₂O₃. Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air adalah 0,3 mg/L (Nurhaini dan Arief, 2016: 40).

Senyawa besi dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari. Tetapi zat besi yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu, dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kadar Fe yang lebih dari 1,0

mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit, dan kerusakan pancreas sehingga menimbulkan diabetes (Pratama., dkk, 2012: 119).

F. *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Radiasi elektromagnetik ketika mengenai suatu sampel, maka akan terjadi interaksi, termasuk penyerapan energi (absorpsi) oleh atom atau molekul bahan tersebut. Penggunaan serapan radiasi gelombang elektronik ditentukan oleh suatu senyawa yang menyerap radiasi pada panjang gelombang tertentu yang bergantung pada struktur senyawa tersebut. Penyerapan yang terjadi mendorong berkembangnya metode spektroskopi atom dan molekul. Spektroskopi telah memberikan manfaat yang besar dalam dunia pengetahuan dalam memahami komposisi suatu material dan unsur-unsur penyusunnya, salah satunya dengan metode spektroskopi *Fourier Transform Infrared (FTIR)* (Nazar dan Hasan, 2018: 22).



Gambar 2.5 Spektroskopi *Fourier Transform Infrared (FTIR)*
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Spektroskopi FTIR (Gambar 2.5) adalah metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik pada daerah panjang gelombang 0,75-1000 μm atau pada bilangan gelombang 13.000-10 cm^{-1} . Panjang gelombang inframerah lebih panjang jika dibandingkan dengan panjang gelombang UV-Vis menyebabkan memiliki energi yang lebih rendah. Energi sinar inframerah terkait dengan getaran molekul (Noor, 2010: 32). Radiasi infra merah pada daerah frekuensi lebih kecil dari

100 cm^{-1} menyebabkan molekul mengalami rotasi, sedangkan frekuensi pada kisaran $10000\text{-}100\text{ cm}^{-1}$ dapat menyebabkan vibrasi molekul (Anam, dkk., 2007: 79).

Analisis menggunakan spektroskopi inframerah bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam selulosa tongkol jagung. Menurut penelitian Aryanti., dkk (2014: 3), kemunculan serapan dengan bilangan gelombang 3433 cm^{-1} menunjukkan rentang vibrasi ulur O-H, vibrasi C-H muncul pada serapan 2931 cm^{-1} , vibrasi C=O pada serapan 1372 cm^{-1} , vibrasi CH_2 pada serapan 1512 cm^{-1} . Gugus fungsi ini merupakan gugus fungsi yang terdapat pada selulosa. Berdasarkan hasil spektrum FTIR dapat disimpulkan bahwa pada tongkol jagung terdapat gugus selulosa.

Gugus -OH dan C-H merupakan gugus fungsi utama selulosa, yang menunjukkan adanya kandungan selulosa. Menurut penelitian Wiradipta (2017: 36), spektrum IR alphaselulosa dengan tiga macam variasi konsentrasi pada waktu delignifikasi selama 60 menit. Terdapat lembah pada bilangan gelombang $3448,84$; $3446,91$; dan $3323,50\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus -OH yang berada pada rentang $3200\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$. Selain itu, terdapat lembah $2904,89$; $2904,89$; dan $2890,73\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus C-H yang berada pada rentang $2850\text{-}2970\text{ cm}^{-1}$.

Menurut Noor (2010: 37-38), instrumentasi alat spektroskopi FTIR yaitu sumber radiasi infra merah biasanya dihasilkan oleh pemijar Nerst dan Globar, wadah sampel, monokromator, detektor dan rekorder. Instrumen FTIR memiliki vibrasi molekul sangat khas untuk suatu molekul tertentu dan biasanya disebut *finger print*. Atom yang terdapat dalam molekul tidak dalam keadaan diam, tetapi mengalami peristiwa vibrasi atau getaran. Hal ini bergantung pada atom-atom dan

kekuatan ikatan yang menghubungkannya. Menurut Assifa (2013: 19), vibrasi FTIR terdiri atas dua yaitu sebagai berikut:

1. Vibrasi regangan (*Stretching*)

Vibrasi regangan terdiri dari dua macam yaitu regangan simetri (unit struktur bergerak bersamaan dan searah dalam satu bidang datar) dan regangan asimetri (unit struktur bergerak bersamaan dan tidak searah tetapi masih dalam satu bidang datar). Pada vibrasi ini atom akan bergerak terus sepanjang ikatan yang menghubungkannya sehingga akan terjadi perubahan jarak antar keduanya walaupun sudut ikatan tidak berubah.

2. Vibrasi bengkokan (*Bending*)

Vibrasi bengkokan ini terbagi menjadi empat jenis, yaitu vibrasi goyangan (*rocking*), vibrasi guntingan (*scissoring*), vibrasi kibasan (*wagging*), vibrasi pelintiran (*twisting*). Jika sistem tiga atom merupakan bagian dari sebuah molekul yang lebih besar, maka dapat menimbulkan vibrasi bengkokan atau vibrasi deformasi yang mempengaruhi molekul secara keseluruhan

Vibrasi yang digunakan untuk identifikasi molekuler (sidik jari) adalah vibrasi bengkokan jenis goyangan yang berada pada daerah bilangan gelombang 2000-400 cm^{-1} . Di daerah antara 4000-2000 cm^{-1} merupakan daerah yang sangat berperan dalam identifikasi gugus fungsi. Daerah ini menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh vibrasi regangan. Setiap senyawa organik mempunyai absorpsi yang unik sehingga daerah tersebut dikatakan daerah sidik jari (Noor, 2010: 35-36).

G. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Analisis kandungan logam berat seperti Pb, Fe, Cu, dan Cd dapat dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Pemilihan metode spektrometri serapan atom karena memiliki sensitivitas yang tinggi, mudah, murah, sederhana, cepat dan membutuhkan sampel yang sedikit. Analisis menggunakan AAS juga lebih sensitif, spesifik untuk unsur yang ditentukan, dan dapat digunakan untuk menentukan kadar unsur yang konsentrasinya sangat kecil tanpa harus melalui proses pemisahan terlebih dahulu (Ervina, 2013: 10).



Gambar 2.6 Spektrofotometer serapan atom (SSA)
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Spektrofotometer serapan atom (SSA) (Gambar 2.6) merupakan instrumen yang digunakan untuk menentukan kadar suatu unsur dalam senyawa berdasarkan serapan atomnya. Instrumen SSA digunakan untuk menganalisis senyawa anorganik atau logam (golongan alkali tanah unsur transisi). Analisis kuantitatif dengan SSA memiliki syarat sampel yang akan dianalisis yaitu sampel yang diukur pada instrumen ini harus dalam bentuk larutan jernih, stabil dan tidak terdapat pengotor yang dapat mengganggu zat-zat yang akan dianalisis. Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom pada panjang gelombang tertentu. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, bergantung pada sifat unsur yang akan dianalisis (Lestari, 2015: 29). Logam Cu dideteksi pada panjang gelombang

324,8 nm (Fiskanita., dkk, 2015: 178) dan logam Fe pada panjang gelombang 248,3 nm (Khairunnisa, 2018: 42).

Prinsip dasar spektrofotometer serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dan sampel yang merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorbansi uap atom. Instrumen SSA merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap atom dalam sampel yang sampel akan dianalisis. Prinsip kerja SSA didasarkan pada penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalam sampel akan diubah menjadi atom bebas. Atom kemudian menyerap radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Besarnya serapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan jenis logamnya (Ervina, 2013:11).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2021 bertempat di Laboratorium Kimia Analitik, Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium Riset Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar dan Laboratorium Biofarmaka Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *fourier transform infrared* (FTIR) *Thermo Fisher Scientific*, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (AA240FS), *freezer*, neraca analitik, oven *mommert*, blender, *shaker*, *sieve shaker*, *hotplate* dan peralatan gelas.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades, Asam asetat (CH_3COOH) 2%, asam klorida (HCl) 2%, padatan besi (III) nitrat ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$), Etilen diamin Tetra Asetat (EDTA), kertas saring, Kitosan, natrium hidroksida (NaOH) 8% dan 2 M, natrium hipoklorit (NaOCl) 3,5%, padatan tembaga sulfat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$), tongkol jagung (*Zea mays* L.) dan *water one*.

C. Prosedur Kerja

1. Preparasi Tongkol Jagung (Prayogi, 2016: 2)

Tongkol jagung ditimbang sebanyak 5 kg kemudian dicuci dengan air sampai bersih, lalu dijemur dibawah terik matahari selama 24 jam. Dipotong tongkol jagung menjadi bagian kecil yang selanjutnya dihaluskan dengan blender sedikit demi

sedikit sampai halus seluruhnya. Serbuk tongkol jagung yang sudah halus kemudian diayak dengan menggunakan *sieve shaker* ukuran 40 mesh selama 15 menit.

2. Ekstraksi Selulosa dari Tongkol Jagung (Prayogi, 2016: 3).

Disiapkan tongkol jagung yang sudah halus sebanyak 20 gram dan dimasukkan kedalam gelas kimia 500 mL. Selanjutnya ditambahkan 250 mL NaOH 8%, diaduk lalu dipanaskan pada suhu 80-90 °C selama 1 jam. Dibleaching dengan NaOCl 3,5% sebanyak 43,75 mL. Hasil leburan disaring dan endapan dicuci menggunakan akuades hingga pH netral kemudian dikeringkan pada suhu 100°C hingga kering.

3. Pembuatan Hidrogel (Ritonga, dkk., 2019: 2)

Selulosa tongkol jagung ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian ditambahkan kitosan sebanyak 1,5 gram dan dilarutkan dengan 25 mL CH₃COOH 2%. Kemudian ditambahkan EDTA sebanyak 0,100; 0,125; dan 0,150 gram. Setelah itu, ditetaskan NaOH 2 M sebanyak 5 tetes. Kemudian dicetak kedalam cawan petri dan ratakan ke seluruh permukaan cawan. Hidrogel yang telah dicetak dalam cawan petri dibekukan pada suhu -20 °C selama 18 jam, kemudian diletakkan pada suhu ruang selama 6 jam. Perlakuan tersebut dilakukan sebanyak 4 siklus, kemudian sediaan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 7 jam.

4. Uji Sediaan Hidrogel

a. Uji Organoleptik

Hidrogel diamati secara visual bentuk, elastisitas serta tekstur yang ada dalam cawan petri.

b. Uji Rasio *Swelling*

Hidrogel digunting kecil-kecil sebanyak 2 gram sebagai berat awal (W_0), kemudian direndam dalam 150 mL akuades selama 24 jam dan ditimbang beratnya sebagai bobot akhir (W_1). Perhitungan rasio *swelling* menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ rasio } swelling = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

c. Uji Fraksi Gel

Hidrogel digunting kecil-kecil sebanyak 2 gram sebagai berat awal (W_0), kemudian direndam dalam 150 mL akuades selama 24 jam, lalu dioven pada suhu 50°C kurang lebih selama 4 jam dan ditimbang beratnya sebagai bobot akhir (W_1). Perhitungan fraksi gel menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ fraksi gel} = \frac{W_1}{W_0} \times 100\%$$

d. Karakterisasi menggunakan FTIR

Hidrogel diuji dengan FTIR-ATR pada panjang gelombang 400-3000 cm^{-1} . Sampel diinjeksi ke dalam alat ATR-FTIR dengan sensitivitas 80 untuk mendapatkan spektrum blanko dan kemudian dilakukan analisis pada sampel. Diamati jenis gelombang dan nilai yang keluar kemudian ditentukan gugus fungsinya.

5. Pembuatan Larutan Ion Logam

a. Pembuatan Larutan Logam Fe (Arba, 2017: 40)

1) Pembuatan Larutan Induk Fe 1000 ppm

Sebanyak 0,35 gram $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan *waterone* hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2) Pembuatan Larutan Baku Fe 100 ppm

Larutan induk Fe 1000 ppm dipipet 10 mL ke dalam labu takar 100 mL, kemudian diencerkan dengan *waterone* hingga tanda batas.

3) Pembuatan Deret Standar Fe 10, 20, 30, 40, 50 ppm

Larutan induk Fe 100 ppm dipipet 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 mL ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan *waterone* hingga tanda batas.

b. Pembuatan Larutan Ion Logam Cu (Asriani, 2017: 39)

1) Pembuatan Larutan Induk Cu 1000 ppm

Sebanyak 0,26 gram $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan *waterone* hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2) Pembuatan Larutan Baku Cu 100 ppm

Larutan induk Fe 1000 ppm dipipet 10 mL ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan *waterone* hingga tanda batas.

3) Pembuatan Deret Standar Cu 10, 20, 30 40, 50 ppm

Larutan induk Cu 100 ppm dipipet 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 mL ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan *waterone* hingga tanda batas.

6. Aplikasi Hidrogel

a. Absorpsi Logam Berat (Nurfilah, 2013: 40)

Hidrogel yang sudah dikeringkan ditimbang sebanyak 20 mg direndam dalam 20 mL larutan logam Cu selama 120 menit konsentrasi 24,5903 ppm dan larutan logam Fe selama 80 menit konsentrasi 23,5344 ppm sambil dikocok dengan kecepatan 150 rpm, larutan disaring. Residu yang dihasilkan diuji dengan FTIR dan filtrat yang dihasilkan diukur dengan SSA sebagai konsentrasi akhir logam dalam larutan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Selulosa dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)

Selulosa dari tongkol jagung pada Gambar 4.1. berwarna putih kekuningan, tidak berbau dan teksturnya halus. Dalam 20 gram tongkol jagung terdapat 14,0115 gram selulosa atau sekitar 70,05%.



Gambar 4.1 Selulosa Tongkol Jagung

2. Hidrogel dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)

Hidrogel dibuat dengan penambahan kitosan, CH_3COOH dan EDTA dengan variasi 0,10; 0,125 dan 0,150 gram dengan proses pembekuan menggunakan *freezer* pada suhu -20°C selama 18 jam dan pelelehan pada suhu ruang selama 6 jam dilakukan dalam 4 siklus.



Gambar 4.2 Hidrogel Tongkol Jagung

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pembuatan hidrogel dari selulosa tongkol jagung dengan penambahan kitosan dan EDTA dengan variasi 0,100 gram diperoleh hidrogel yang elastis, penambahan 0,125 gram hidrogel sangat elastis dan 0,150 gram diperoleh hidrogel yang agak rapuh berwarna kuning kecoklatan.

3. Organoleptik

Hidrogel dari selulosa tongkol jagung secara fisik dapat dilihat dari uji organoleptik sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Uji Organoleptik

No.	Penambahan EDTA	Bentuk dan Keelastisan	Tekstur
1.	0,100	Padat dan elastis	Halus
2.	0,125	Padat dan sangat elastis	Halus
3.	0,150	Padat dan agak rapuh	Halus

Berdasarkan hasil uji organoleptik pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa penambahan 0,100 gram EDTA menghasilkan hidrogel yang memiliki tekstur yang elastis dan berwarna kuning kecoklatan. Penmbahan EDTA 0,125 gram menghasilkan hidrogel dengan tekstur yang sangat elastis dan berwarna kekuningan. Sedangkan untuk penambahan EDTA 0,150 gram menghasilkan hidrogel dengan warna coklat gelap.

4. Rasio Swelling

Uji rasio *swelling* dilakukan dengan merendam hidrogel selama 24 jam dalam akuades bertujuan untuk mengetahui kemampuan hidrogel mengembang untuk dapat menyerap air.

Tabel 4.2 Rasio *Swelling* Hidrogel

No.	Penambahan EDTA (gr)	Bobot Hidrogel Setelah Direndam (gr)	Rasio <i>Swelling</i> (%)
1.	0,100	10,7057	378,42
2.	0,125	10,6938	380,40
3.	0,150	10,3978	366,20

5. Fraksi Gel

Uji fraksi gel dilakukan dengan merendam hidrogel dalam akuades. Kemudian dikeringkan kembali yang bertujuan untuk mengukur derajat silang dan hidrogel yang menunjukkan jumlah ikatan silang antar polimer.

Tabel 4.3 Fraksi Gel

No.	Penambahan EDTA (gr)	Bobot Awal (W_0) (gr)	Bobot Kering Akhir (W_1) (gr)	Fraksi Gel (%)
1.	0,100	2,000	2,7297	136,485
2.	0,125	2,000	4,6958	234,79
3.	0,150	2,000	2,8152	140,76

6. Absorpsi Logam Berat Cu dan Fe

Absorpsi logam berat dengan menggunakan hidrogel pada larutan logam Cu dengan konsentrasi 24,5903 ppm dan larutan logam Fe dengan konsentrasi 23,5345 ppm yang diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) hasil perhitungan efisiensi penyerapan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Penyerapan

Penambahan EDTA (gr)	Efisiensi Penyerapan (%)	
	Logam Cu	Logam Fe
0,100	12,31	11,94
0,125	21,64	15,61
0,150	22,40	15,16

7. Karakterisasi menggunakan FTIR

Karakterisasi menggunakan FTIR dilakukan pada hidrogel dan hidrogel yang telah diabsorpsi dengan logam berat bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi serta reaksi yang terjadi pada proses pengikatan silang.

Tabel 4.5 Hasil Spektrum Hidrogel

Gugus Fungsi	Daerah Serapan (cm ⁻¹)	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		
		Hidrogel	Hidrogel Setelah Absorpsi Logam Berat Cu	Hidrogel Setelah Absorpsi Logam Berat Fe
Regangan N-H dan gugus O-H	3650-3200	3265,82	3355,98	3354,54
C-O	1300-1050	1064,77; 1151,31; 1258,34	1072,67 ; 1152,92	1026,43; 1072,83; 1153,58
C=C aromatik	1640-1550	1552,49	1634,35	1634,94
C-H alifatik	2970-2850	2921,78; 1064,77	-	-

Sumber: Dachriyanus, 2004: 26

B. Pembahasan

1. Selulosa dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)

Tongkol jagung yang telah dibersihkan dengan air bertujuan untuk menghilangkan pengotornya. Kemudian dikeringkan dibawah terik matahari selama 24 jam untuk mengurangi kadar airnya. Sampel yang kering dihaluskan menggunakan blender agar memudahkan proses delignifikasi selulosa. Serbuk tongkol jagung diayak menggunakan *sieve shaker* ukuran 40 mesh karena semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin besar luas permukaan padatan persatuan volume tertentu, sehingga akan semakin banyak zat yang diabsorpsi (Martina., dkk 2016: 79).

Tahapan selanjutnya adalah proses delignifikasi dengan menggunakan larutan NaOH 8% bertujuan untuk menghilangkan lignin dari serbuk tongkol jagung. Proses delignifikasi ini menghasilkan warna coklat kehitaman. Perubahan kandungan lignin dari tongkol jagung dapat juga dilihat bentuk fisik. Sebelum dilakukan delignifikasi, partikel tongkol jagung berwarna coklat muda dan permukaannya terasa halus, namun, setelah dilakukan proses delignifikasi partikel tongkol jagung berwarna coklat kehitaman dengan permukaan kasar. Hal ini menandakan, lignin pada partikel tongkol jagung telah rusak (Mardina., dkk 2013: 69), maka dari itu dilakukan proses pemutihan atau *bleaching* dengan menggunakan larutan NaOCl yang merupakan agen pemutih dengan selektivitas tinggi yang dapat mengurangi kadar hemiselulosa dan lignin yang berfungsi untuk merekatkan serat selulosa sehingga menjadi sangat kuat yang akan menyebabkan struktur hidrogel menjadi kaku tanpa merusak struktur dari selulosa untuk memperoleh selulosa yang murni (Septevani., dkk, 2018: 75). Larutan disaring dan dibilas dengan akuades hingga diperoleh pH netral. Residu yang dihasilkan kemudian dioven pada 100°C hingga kering untuk mengurangi kadar air sehingga diperoleh serbuk selulosa tongkol jagung. Hasil serbuk selulosa tongkol jagung yang diperoleh yaitu 14,0118 gram sekitar 70,05%. Hal ini sesuai dengan penelitian Sari., dkk (2018: 169) yang juga menghasilkan selulosa tongkol jagung sekitar 70%.

2. Hidrogel dari Selulosa Tongkol Jagung

Hidrogel dibuat dengan penambahan kitosan, CH_3COOH dan variasi EDTA. Selulosa yang telah diekstrak dari tongkol jagung berperan sebagai polimer utama yang berfungsi sebagai bahan dasar pembuatan hidrogel. Kitosan sebagai polimer sekunder berfungsi untuk meningkatkan daya serap hidrogel serta meningkatkan

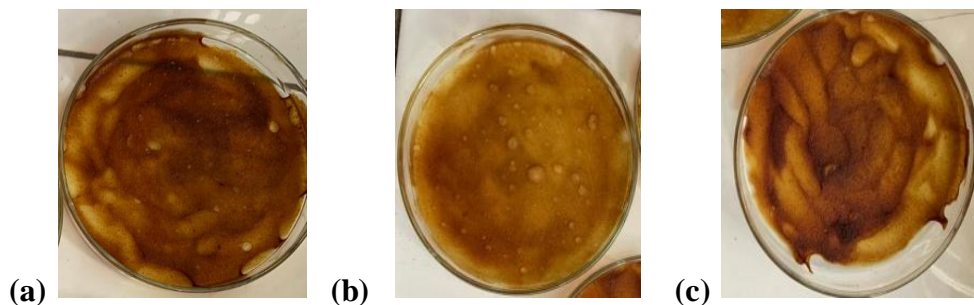
penampilan hidrogel. Kitosan merupakan polisakarida linier yang merupakan bahan yang baik untuk sintesis hidrogel karena memiliki gugus amina.

Asam asetat (CH_3COOH) digunakan untuk melarutkan kitosan. Menurut Purnawanti dan Yusuf (2013: 201), kelarutan kitosan yang paling baik adalah dalam larutan asam asetat dengan konsentrasi 2%. NaOH digunakan untuk membuat larutan hidrogel menjadi semipadat. EDTA digunakan sebagai agen pengikat silang secara kimia dengan variasi yang digunakan yaitu 0,100; 0,125 dan 0,150 gram untuk mengetahui jumlah ikatan silang terhadap kemampuan penyerapan hidrogel. EDTA berfungsi sebagai penghubung antara polimer yang satu dengan polimer lainnya.

Hidrogel dimasukkan ke dalam *freezer* pada suhu -20°C , suhu tersebut dipilih berdasarkan penelitian Erizal dan Zainal (2011: 22), membuat hidrogel dengan teknik beku leleh menggunakan suhu *freezer* -20°C , dan didiamkan pada suhu ruang selama 18 jam menghasilkan hidrogel dengan penyerapan yang baik. Penggunaan metode *freeze-thaw* dimanfaatkan untuk menginduksi ikatan silang antar polimer. Ikatan silang dapat terbentuk akibat adanya perubahan suhu ekstrim yang dipaparkan pada polimer.

3. Organoleptik

Hasil organoleptik menunjukkan pengamatan bentuk, elastisitas dan tekstur pada hidrogel yang telah dibuat



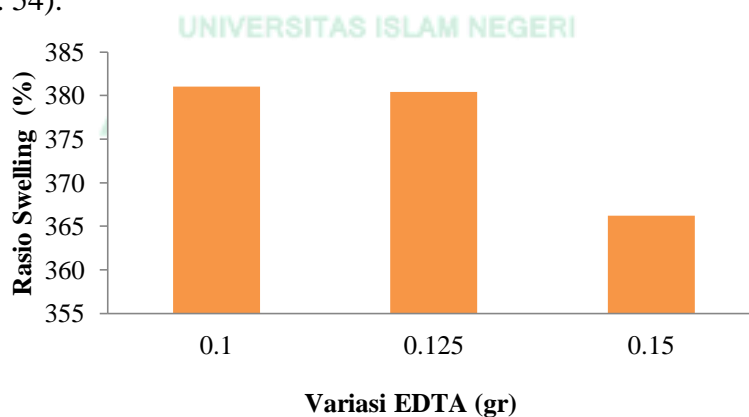
Gambar 4.3 Hidrogel dengan Penambahan EDTA (a) 0,100 (b) 0,125 dan (c) 0,15

Hidrogel tongkol jagung yang diperoleh pada setiap penambahan EDTA memiliki bentuk padat dan halus. Perbedaan dari ketiga hidrogel tersebut yaitu pada warna dan keelastisannya. Hidrogel dengan penambahan EDTA 0,100 gram dan 0,125 gram diperoleh hidrogel dengan warna kuning kecoklatan, berbentuk padat dan elastis. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi., dkk (2018: 73), hidrogel ekstrak tongkol jagung, berbentuk solid, elastis berwarna kekuningan dan bertekstur halus.

Hidrogel dengan penambahan EDTA 0,150 gram memiliki elastisitas yang kurang baik seperti mudah rapuh dan berwarna coklat gelap hal ini dikarenakan bertambahnya densitas pengikatan silang menyebabkan hidrogel yang dihasilkan menjadi lebih kaku sehingga berkurang keelastisannya (Darwis, dkk, 2010: 51-52).

4. Rasio Swelling

Rasio *swelling* merupakan rasio perbandingan bobot hidrogel dalam keadaan menyerap air (*swelling*) terhadap bobot keringnya yang merupakan salah satu parameter utama dari hidrogel khususnya untuk pengujian suatu hidrogel (Erizal, 2010: 54).

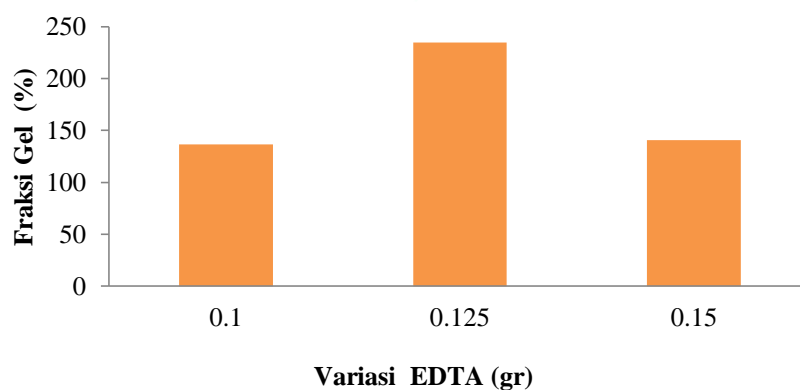


Gambar 4.4 Hubungan Variasi EDTA dengan Rasio *Swelling*

Berdasarkan diagram pada Gambar 4.4 diperoleh hidrogel dengan rasio *swelling* paling tinggi pada penambahan EDTA 0,100 gram yaitu sebesar 381% kemudian dengan penambahan EDTA 0,125 gram dengan rasio *swelling* sebesar 380,40% dan rasio *swelling* paling rendah pada penambahan EDTA 0,150 gram yaitu sebesar 366,20%. Dari data tersebut diperoleh bahwa semakin banyak pengikat silang EDTA yang diberikan maka rasio *swelling* atau kemampuan hidrogel untuk mengembang semakin rendah. Hal ini dikarenakan pengikat silang pada konsentrasi yang semakin tinggi dapat membuat densitas dari ikatan silangnya tinggi yang mengandung banyak gugus hidrofilik sehingga rantai polimer menjadi sulit terikat dan kemampuan *swelling* yang lebih rendah (Putri 2019: 8).

5. Fraksi Gel

Fraksi gel merupakan pengukuran derajat silang dari suatu hidrogel yang menunjukkan jumlah ikatan silang antar polimer yang dinyatakan dalam persen (Erizal dan Abidin, 2011: 3).

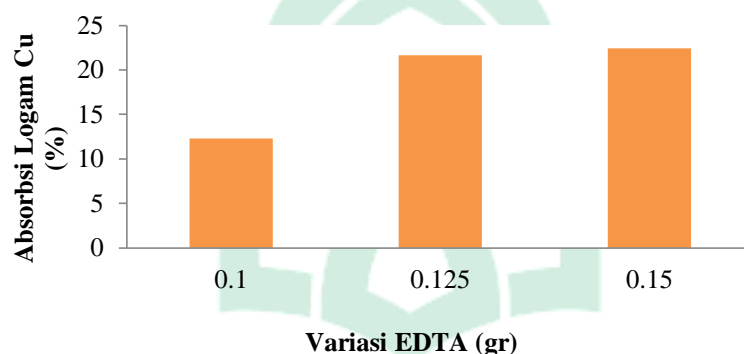


Gambar 4.5 Hubungan Variasi EDTA dengan Fraksi Gel

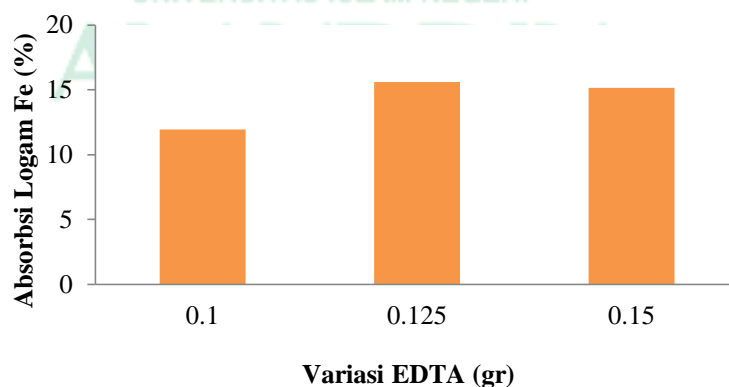
Fraksi gel berbanding lurus dengan konsentrasi agen pengikat silang. Oleh karena itu semakin besar fraksi gel akan membuat rasio *swelling* semakin rendah. Hasil fraksi gel dengan penambahan EDTA 0,125 gram yaitu sebesar 234,79%

mengalami peningkatan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan EDTA 0,100 gram yaitu 136,485%. Akan tetapi terjadi penurunan fraksi gel pada penambahan EDTA 0,150 gram dengan fraksi gel 140,76%. Hal ini disebabkan karena homopolimer yang sedang berpropagasi, kurang terikat silang sehingga banyak homopolimer yang terbentuk dan membuat nilai fraksi gel rendah. Kemungkinan lainnya yaitu terjadi cacat pada pembentukan hidrogel sehingga membuat reaksi ikat silang menjadi tidak sempurna (Sari, 2019: 46).

6. Absorpsi Logam Berat Cu dan Fe



Gambar 4.6 Hubungan Variasi EDTA dengan Absorpsi Logam Cu



Gambar 4.7 Hubungan Variasi EDTA dengan Absorpsi Logam Fe

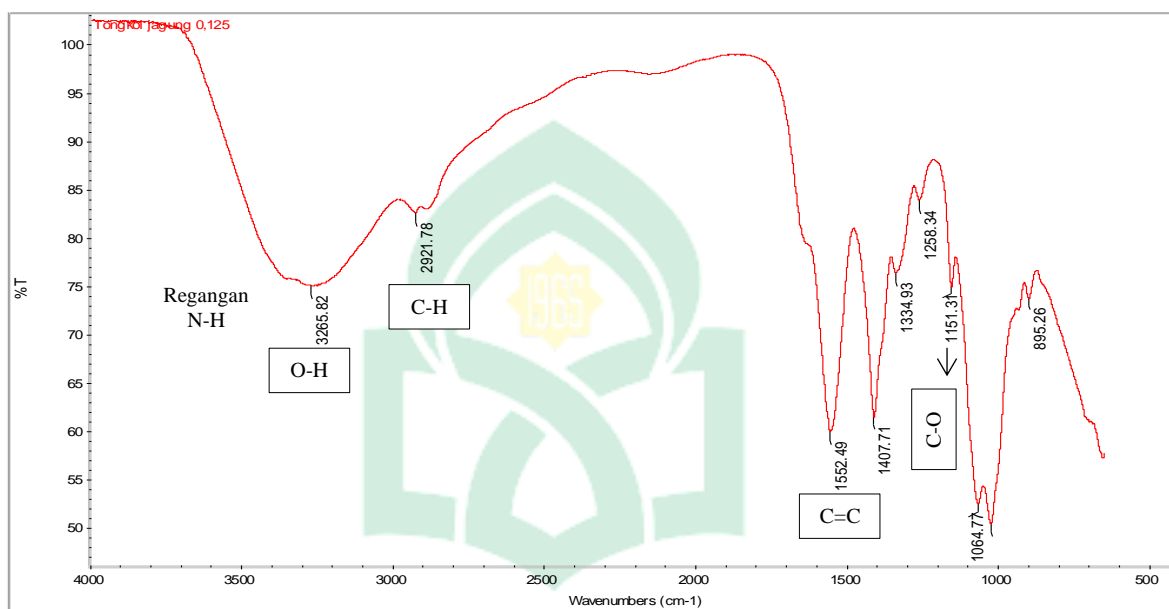
Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 4.6 efisiensi penyerapan logam Cu akan meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan ikatan silang EDTA yaitu pada penambahan 0,100 gram EDTA sebesar 12,31%, penambahan EDTA 0,125

gram sebesar 21,64% dan penambahan EDTA 0,150 gram sebesar 22,40%. Hal ini dikarenakan banyaknya kandungan EDTA yang berperan sebagai pengikat silang menyebabkan jumlah partikelnya semakin banyak yang akan berikatan dengan logam sehingga proses pengikatan atau penyerapan logam akan semakin maksimal (Ma, 2017: 845). Pada Gambar 4.7 kemampuan hidrogel dalam menyerap logam Fe meningkat pada penambahan 0,125 gram sebesar 15,61% dan mengalami penurunan pada penambahan EDTA 0,150 gram menjadi 15,16%. Hal ini dikarenakan semakin banyak pengikat silang dalam suatu hidrogel maka jarak antar partikel akan semakin rapat sehingga menghalangi ion logam Fe untuk berikatan dengan sisi aktif hidrogel seperti amina ($-NH_2$) dan hidroksil ($-OH$) sehingga tidak semua ion logam Fe dapat diabsorpsi dengan baik (Karelius, 2012: 36). Kemungkinan lainnya yaitu proses absorpsi ion logam Fe yang terjepit berhenti atau telah maksimal pada konsentrasi tertentu karena telah mengalami kejenuhan atau terjadi desorpsi (Rosema., dkk, 2021: 65).

Bedasarkan hasil penelitian diperoleh efisiensi penyerapan hidrogel tongkol jagung terhadap ion logam Cu lebih besar jika dibandingkan dengan efisiensi penyerapan terhadap ion logam Fe. Hal ini dikarenakan ion logam Cu memiliki keelektronegatifan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ion logam Fe. Gugus fungsi yang terdapat pada hidrogel yaitu amina ($-NH_2$) dapat bereaksi dengan ion logam. Jika dibandingkan dengan ion logam Fe, ion logam Cu memiliki daya tarik yang kuat untuk mengikat elektron bebas dalam oksigen dari gugus amina ($-NH_2$) serta dapat bereaksi dengan gugus hidroksil (OH) (Putro., dkk, 2018: 5).

7. Karakterisasi dengan FTIR

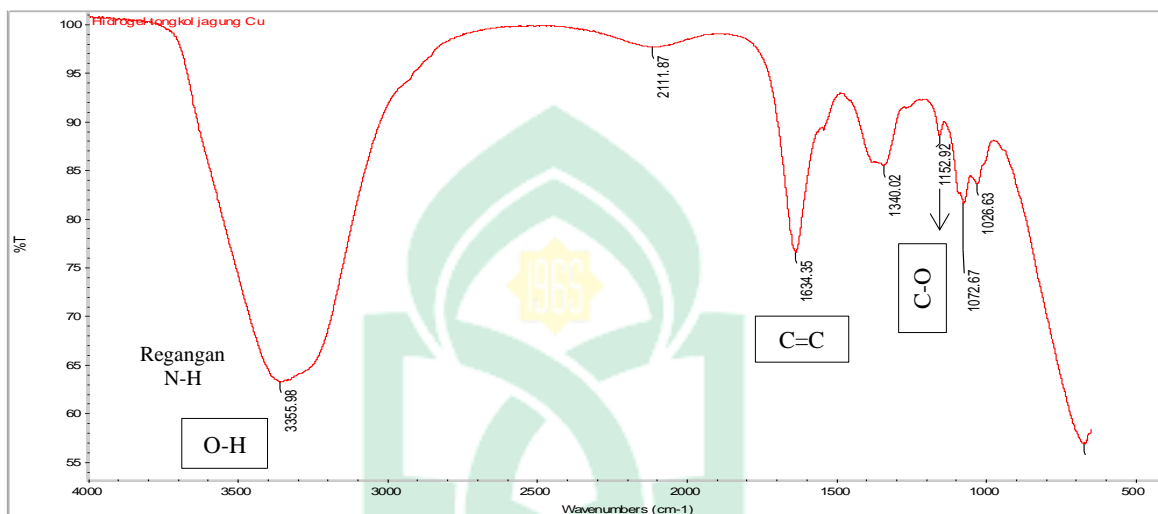
Karakterisasi dengan menggunakan FTIR berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada hidrogel selulosa tongkol jagung dan hidrogel setelah penyerapan logam Cu dan Fe.



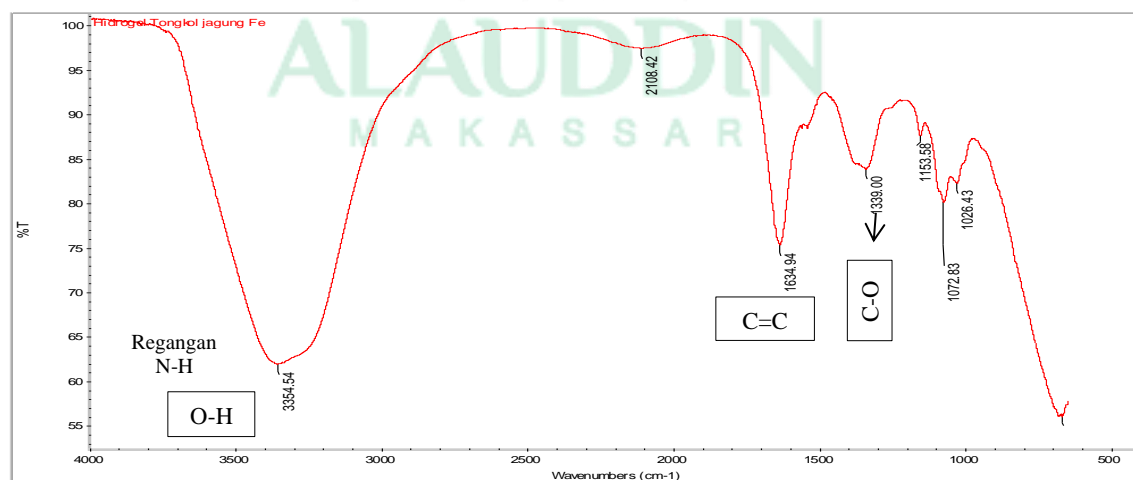
Gambar 4.8 Spektrum FTIR Hidrogel Selulosa Tongkol Jagung

Spektrum hidrogel tongkol jagung seperti pada Gambar 4.8 pada kisaran bilangan gelombang 4000- 500 cm^{-1} . Berdasarkan hasil yang diperoleh, karakterisasi hidrogel selulosa tongkol jagung dengan menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus O-H pada daerah serapan 3265,82 cm^{-1} , gugus C-H pada daerah serapan 2921,78 cm^{-1} , gugus C-O pada daerah serapan 1151,31 cm^{-1} dan 1258,34 cm^{-1} dan gugus C=C pada bilangan gelombang 1552,49 cm^{-1} . Hal ini bersesuaian dengan penelitian Harini dan Chandra (2020: 1382) bahwa gugus fungsi yang terdapat dalam selulosa yaitu gugus fungsi O-H, C-H dan C-O serta gugus C=C yang berasal dari lignin.

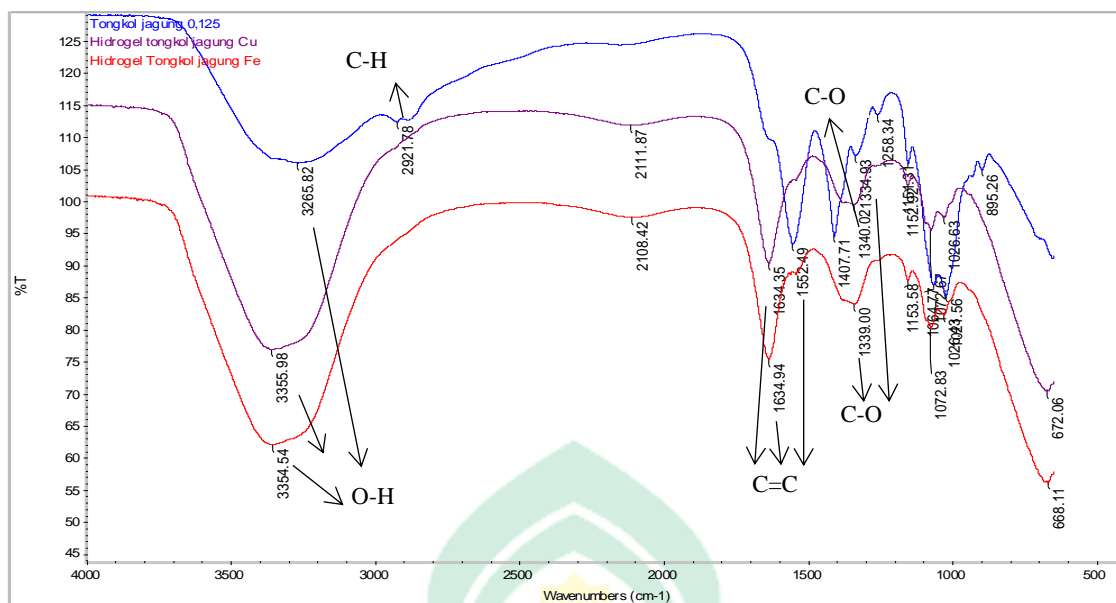
Pada bilangan gelombang $3265,82\text{ cm}^{-1}$ gugus O-H tumpang tindih dengan gugus N-H yang merupakan gugus fungsi penyusun kitosan. Terdapat serapan oleh gugus C-O dan N-H yang berasal dari EDTA sebagai agen pengikat silang, hal ini berdasarkan penelitian Ritonga., dkk (2017:3), terdapat gugus C-O pada bilangan gelombang $1151,50\text{ cm}^{-1}$ pada EDTA dengan menggunakan karakterisasi FTIR.



Gambar 4.9 Spektrum FTIR Hidrogel Selulosa Tongkol Jagung Setelah Absorpsi Logam Berat Cu



Gambar 4.10 Spektrum FTIR Hidrogel Selulosa Tongkol Jagung Setelah Absorpsi Logam Berat Fe

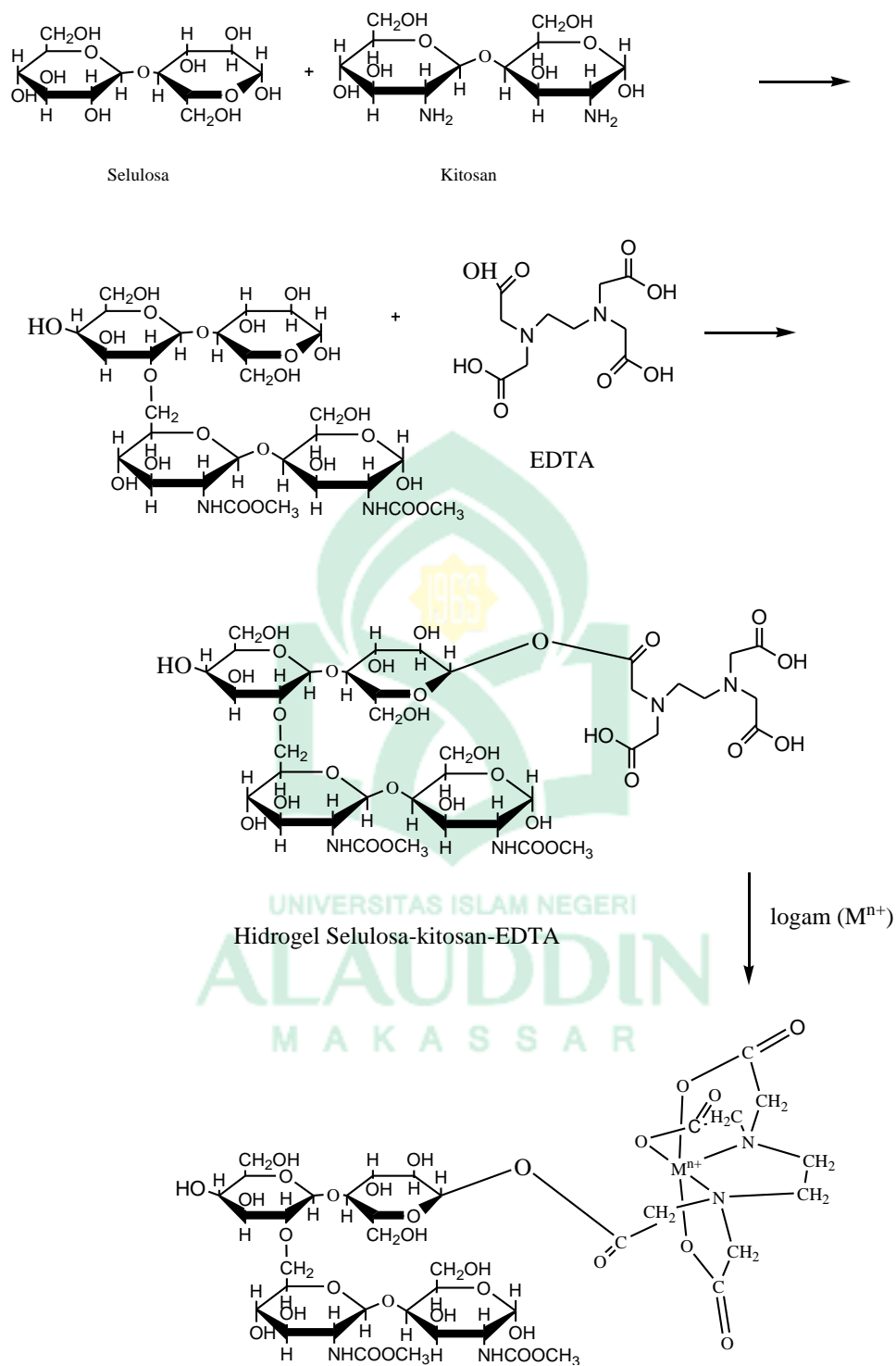


Gambar 4.11 Spektrum FTIR Hidrogel (biru), Hidrogel Absorpsi Logam Berat Cu (ungu), Hidrogel Absorpsi Logam Fe (merah)

Karakteristik hidrogel yang telah dikontakkan dengan larutan logam Cu Gambar 4.9, menggunakan FTIR pada kisaran panjang gelombang $4000\text{--}500\text{ cm}^{-1}$. Perubahan terjadi pada spektrum C-H yang tidak terdeteksi lagi diduga karena pergeseran bilangan gelombang yang lebih besar akibat adanya penyerapan logam. Penyerapan logam akan menghalangi karakterisasi dari C-H pada daerah sidik jari (Ronaldo., dkk, 2013: 150). Perubahan juga terjadi pada spektrum serapan O-H yang mengalami pergeseran dari bilangan gelombang $3265,82\text{ cm}^{-1}$ ke $3355,98\text{ cm}^{-1}$, gugus C-O pada daerah serapan $1072,67\text{ cm}^{-1}$ dan $1152,92\text{ cm}^{-1}$. Karakteristik hidrogel yang telah dikontakkan dengan larutan logam Fe menggunakan FTIR seperti pada Gambar 4.10 memperlihatkan adanya gugus O-H pada daerah serapan $3354,54\text{ cm}^{-1}$, gugus C-O pada daerah serapan $1153,58\text{ cm}^{-1}$. Perubahan yang terjadi juga pada spektrum serapan O-H *overlapping* dengan N-H pada $3358,19\text{ cm}^{-1}$ dari $3252,84\text{ cm}^{-1}$ dan serapan O-H mengalami peningkatan intensitas. Hal ini dikarenakan pita serapan gugus N-H tertutupi oleh pita serapan gugus hidroksil yang

melebar karena adanya ikatan hidrogen antar molekul yang semakin banyak (Agustina dan Yeti, 2013: 370). Perbandingan serapan dapat dilihat pada Gambar 4.11 yaitu warna biru menunjukkan spektrum hidrogel tongkol jagung sebelum dikontakkan dengan logam, warna ungu menunjukkan spektrum hidrogel setelah dikontakkan dengan logam Cu dan warna merah menunjukkan spektrum hidrogel setelah dikontakkan dengan logam Fe.

Reaksi yang terjadi pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.12 yaitu diawali dari reaksi selulosa sebagai polimer primer dan kitosan sebagai polimer sekunder, terjadi ikatan hidrogen antara gugus -OH kitosan dengan gugus -OH yang berasal dari selulosa. Reaksi selanjutnya adalah selulosa kitosan bereaksi dengan gugus karboksilat EDTA untuk mengaktifkan gugus OH dari hidrogel. Struktur kimia EDTA menunjukkan bahwa terdapat elektron bebas yang sangat berpengaruh terhadap kemampuannya dalam menarik logam. EDTA berperan sebagai ligan heksadentat dan zat pengkhelat untuk mengikat kation logam yang nantinya akan membentuk senyawa kompleks. Ligan EDTA sebagai pendonor elektron akan membentuk kompleks dengan ion logam. Variasi konsentrasi EDTA sangat berpengaruh terhadap proses reduksi logam. Ligan EDTA sebagai pendonor elektron akan membentuk kompleks dengan ion logam Cu dan Fe (Melero., dkk, 2019: 2).



Gambar 4.12 Reaksi Hidrogel dengan Ion Logam
 Sumber: Kasipah., dkk, 2019: 51; Aziz., dkk, 2015: 4

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Karakteristik hidrogel tongkol jagung dengan FTIR memperlihatkan adanya gugus-gugus O-H dengan regangan N-H, C=C, C-H, dan C-O sedangkan hidrogel yang telah dikontakkan dengan larutan ion logam Cu dan Fe tidak terdeteksi gugus C-H dikarenakan terjadinya pergeseran ke bilangan gelombang yang lebih besar.
2. Kemampuan penyerapan hidrogel terhadap logam Cu maksimum pada penambahan EDTA 0,150 gram sebesar 22,40% dan pada logam Fe dengan penambahan EDTA 0,125 gram sebesar 15,61%.

B. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu memvariasikan kitosan seiring dengan penambahan EDTA agar mendapatkan hidrogel yang optimum terhadap penyerapan logam

DAFTAR PUSTAKA

Al-Quranul Karim

Agustina, Sry dan Yeti Kurniasih. "Pembuatan Kitosan dari Cangkang Udang dan Aplikasinya Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Logam Cu". Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III (2013):h. 365-372.

Ahmed, Enas M. "Hydrogel: Preparation, Characterization and Applications: A Review". *Journal of Advanced Research* 6. (2015):h. 105-121.

Anam, dkk. "Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR". *Berkala Fisika* 10, no. 1 (2007): h. 79-85.

Arba, Hikmah Nisa. "Identifikasi Logam Besi (Fe) pada Zonasi Radius 1-5 Km Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Antang Makassar Terhadap Pengaruh Kualitas Air Sumur Gali". *Skripsi*. Makassar: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin, 2017.

Aryanti, Agustiana Yudi, Rum Hastuti dan Khabibi. "Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol (PEG) pada Selulosa dalam Serbuk Tongkol Jagung (Zea Mays) Terhadap Absorpsi Ion Logam Timbal (Pb²⁺)" *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 17, no. 1 (2014) : h. 1 – 5.

Aryawan, I Gusti Ngrurah Raka, Emmy Sahara dan Iryanti Suprihatin. "Kandungan Logam Pb dan Cu Total dalam Air, Ikan dan Sedimen di Kawasan Pantai Serangan Serta Bioavailabilitasnya". *Jurnal Kimia* 11, no. 1 (2017): h. 56-63.

Asriani. "Identifikasi Logam Tembaga (Cu) Pada Zonasi Radius 1-5 Km Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Antang Makassar Terhadap Pengaruh Kualitas Air Sumur Gali". *Skripsi*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin, 2017.

Assifa, Putri. "Analisis Minyak Babi pada Krim Pelembab Wajah yang Mengandung Minyak Zaitun dengan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR)" *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2013.

Aziz, Tamzil, Amalia Rizky, Vishe Devah. "Removal Logam Berat dari Tanah Terkontaminasi dengan Menggunakan *Chelating Agent* (EDTA)". *Jurnal Teknik Kimia* 21, no. 2 (2015): h. 41-49.

Cundari, Lia, Selpiana, Chandra Karta Wijaya dan Arini Sucia. "Pengaruh Penggunaan Solven Natrium Karbonat (Na₂CO₃) Terhadap Absorpsi CO₂ pada Biogas Kotoran Sapi dalam Spray Column". *Jurnal Teknik Kimia* 20, no. 4 (2014): h. 52-58.

Dachriyanus. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas, 2004.

Darwis, Darmawan, Farah Nurlidar, Yessy Warastuti dan Lely Hardiningsih. "Pengembangan Hidrogel Berbasis Polivinil Prolidon (PVP) Hasil Iradiasi

- Berkas Elektron Sebagai Plester Penurun Demam”. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* 11, no.2 (2010): h. 57-66.
- Dewi, Indri Kusuma, Mey Rachmawati, Fathiya Abdinnisa Ma’rifah dan Puspita Susilowati. “Uji Fisik Sediaan Gel Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)”. *Jurnal Kebidanan dan Kesehatan Tradisional* 3, no.2 (2018): h.70-74.
- Erizal dan Zainal Abidin. “Sintesis Hidrogel Campuran Poli (Vinil Alkohol) (PVA)-Natrium Alginat dengan Kombinasi Beku Leleh dan Radiasi Gamma untuk Bahan Pembalut Luka” *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* 7, no. 1 (2011): h. 21- 28.
- Erizal, Marisa Lana, R.Setyo A.K., Basril Abbas. “Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Berbasis Asam Akrilat Hasil Iradiasi Gamma”. *Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* 11, No. 1 (2015): h. 27-38.
- Erizal, Sulistioso G S, Z Juniarti dan Hariyanti. “Sintesis Dan Karakterisasi Biodegradable Hidrogel Superabsorbent Poli(Kalium Akrilat)-G-Glukomanan Dengan Teknik Iradiasi Gamma”. *Sains Materi Indonesia* 19, no. 1 (2017): h. 32-38.
- Erizal. “Sintesis Hidrogel Superabsorben Poli (Akrilamida-Kokalium Akrilat) dengan Teknik Radiasi dan Karakterisasinya”. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* 6, no. 2 (2010): h. 105-116.
- Erviana, Luana. “Isolasi Silika Dari Tongkol Jagung”. *Skripsi*: Jawa Timur. Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional Veteran, 2013.
- Ervina, “Perbandingan Metode Destruksi Pada Analisis Pb Dalam Rambut Dengan AAS”. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang. 2013.
- Essawy, Hisham H, Mohammed B M Ghazy, Farag Abd Elhai and Magdy F Mohamed. “Superabsorbent Hydrogels Via Graft Polymerization Of Acrylic Acid from Chitosan-Cellulose Hybrid And Their Potential In Controlled release Of Soil Nutrients”. *Journal of Biological Macromolecules* (2016): h. 144-151.
- Fiskanita, Baharuddin Hamzah dan Supriadi. “Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo”. *Jurnal Akademika Kimia* 4, no.4 (2015): h. 175-180.
- Gharekani, H, Olad A, Mirmohseni A, Bybordi A. “Superabsorbent Hydrogel Made of Naalg-G-Poly (AA-Co-Aam) and Ricehusk Ash: Synthesis, Characterization and Swelling Kinetic Studies”. *Carbohydrate Polymers* 168 (2017) h: 1–13.
- Golor, Maria Melania, Dessy Rosma, Shella Permatasari Santoso, Felycia Edi Soetaredjo, Maria Yuliana, Suryai Ismadji dan Aning Ayucitra. “Citric Acid Cellulose Hydrogel from Sugarcane Bagasse: Preparation, Characterization and Adsorption Study”. *Journal of The Indonesian Chemical Society* 2, no.1 (2020): h. 59-67.
- Gotovtsev, Pavel M., Gulvia U Bandranova, Yan V Zubavichus, Nikolay K. Chumakov, Christina G. Antipova, Roman A. Kamyshinsky, Mikhail Yu Presniakov, Kazbek V. Tokaev and Timofei E. Grigoriev. “Electroconductive

- PEDOT: PSS-Based Hydrogel Prepared by Freezing-Thawing Method". *Heliyon* 5 (2019):h. 1-8.
- Gurung, Dil Bahadur, Balram Bhandari and Jiban Sherestha and Mahendra Prasad Tripathi. "Productivity of Maize (*Zea mays* L.) as Affected by Varieties and Sowing Dates". *International Journal of Applied Biology* 2, no. 2 (2018); h. 13-19.
- Handayani Corry, Miftahul Musli dan Juni Lestari. "Validasi Metode Analisa Kadar Logam Fe Pada Rambut Masyarakat di Sekitar Kawasan Industri Semen" *Jurnal Katalisator* 3, no 1 (2018): h. 36-42.
- Harini, K dan Chandra Mohan. "Isolation and Characterization of Micro and Nanocrystalline Cellulose Fibers From The Walnut Shell, Corncob and Sugarcane Bagasse". *International Journal of Biological Macromolecules* 163 (2020): h. 1375-1383.
- Hennink, W.E. dan C.F van Nostrum. "Novel Crosslinking Methods to Design Hydrogels". *Advanced Drug Delivery Reviews* 64 (2012): h. 223-226.
- Kabir, S M Fijul, Partha P. Iskandar, B Haque, M A Rahman Bhuiyan, A Ali and M N Islam. "Cellulose-Based Hydrogel Materials: Chemistry, Properties and Their Prospective Applications" *Progress in Biomaterials* (2018): h. 1-22.
- Kamoun, Elbadawy, Xin Chen, Mohammed S. Mohy Eldin and El-Refaie S. Kenawy. "Crosslinked Poly(Vinyl Alcohol) Hydrogels for Wound Dressing Applications: A Review of Remarkably Blended Polymers" *Arabian Journal of Chemistry* 8 (2015): h. 1-14.
- Karelius. "Pemanfaatan Kitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Fe pada Air Gambut yang akan Digunakan Sebagai Air Minum". *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang* 3, no. 2 (2012): h.33-39.
- Kartika, Rikka, Amila Gadri dan Eka Darma. "Formulasi Basis Sediaan Pembalut Luka Hidrogel dengan Teknik Beku Leleh Menggunakan Polimer Kappa Karagenan" *Farmasi* (2015): h. 643-648.
- Kartohardjono, Sutrasno, Anggara Subihi dan Yuliusman. "Absorpsi CO₂ dari Campurannya dengan CH₄ atau N₂ Melalui Kontaktor Membran Serat Berongga Menggunakan Pelarut Air". *Makara Berongga* 11, no. 2 (2007): h. 97-102.
- Kasipah, Cica, Riska Yulina, Wulan Septiani, Rr. Srie Gustiani dan Mochammad Danny Sukardan. "Aplikasi Kitosan-Fosfat untuk Meningkatkan Sifat Tahan Api Kain Kapas". *Arena Tekstil* 34, no. 2 (2019): h. 49-56.
- Kementrian Agama. Al-Qur'an dan Terjemahnya. Depok: Cipta Bagus Segara, 2013.
- Khairunnisa. " Penentuan Kadar Logam Besi (Fe), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dari Air Sungai Torong Kawasan Erupsi Gunung Sinabung Pasca Erupsi dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom". *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2018.
- Khusbu, Sudir G. Warkar and Anil Kumar. "Synthesis and Assessment of Carboxymethyl Tamarind Kernel Gum Based Novel Superabsorbent Hydrogels for Agricultural Applications" *Polymers* 182 (2019): h. 1-10.

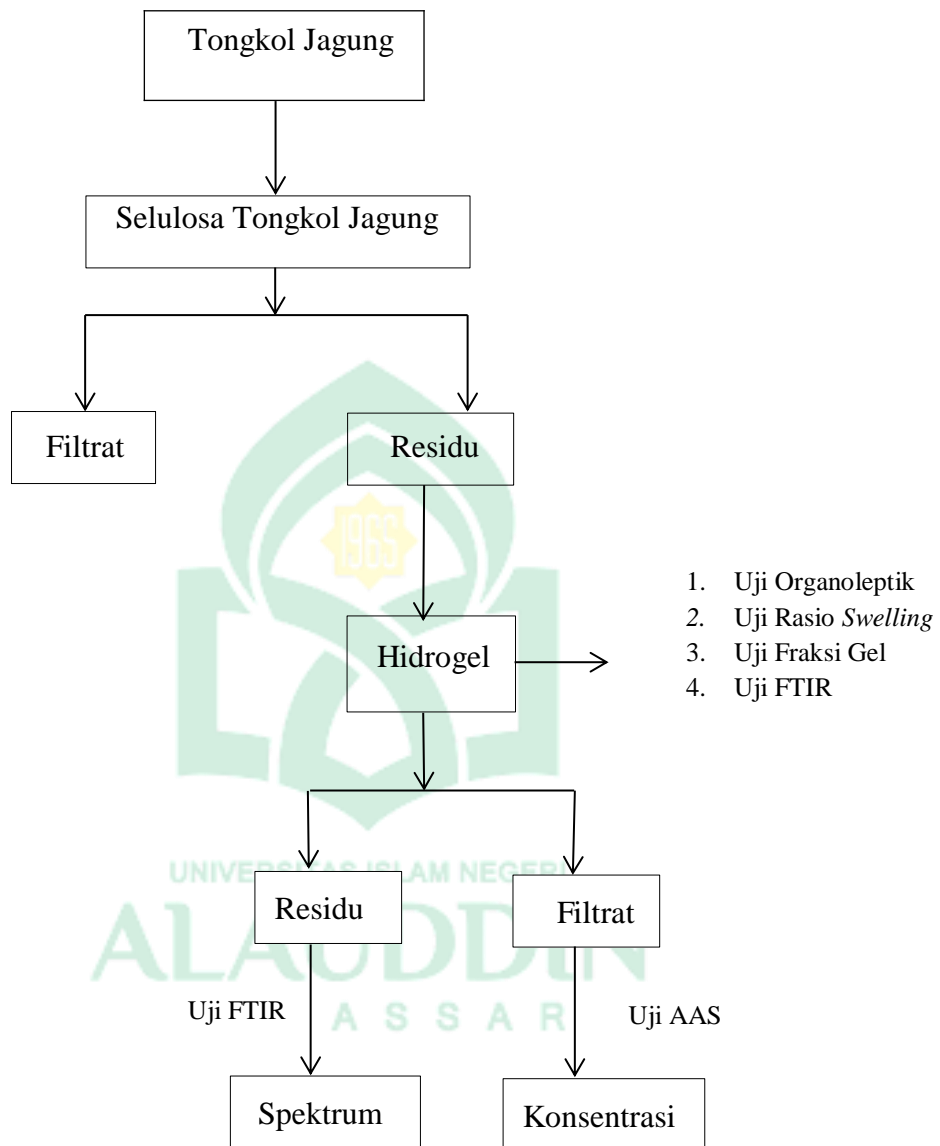
- Lestari, Cici Try. "Pembuatan Hidrogel Semi Jaringan Polimer Interpenetrasi dari Larutan Pati Singkong dan Asam Akrilat Menggunakan Pengikatsilang Metilen Bisakrilamida". *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2018.
- Lestari. "Analisi Kadar Logam Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) Pada Teripang Tepung (*Phyllophorussp*) Asal Pantai Kanjeran Surabaya Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)". *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2015.
- Liu Xinwei, Sen Luan and Wei Li. "Utilization of Waste Hemicelluloses Lye for Superabsorbent Hydrogel Synthesis". *International Journal of Biological Macromolecules* 132 (2019): h. 954–962.
- Ma, Jianhong, Guiyin Zhou, Lin Chu, Yutang Liu, Chengbin Liu, Shenglin Luo and Yuanfeng Wei. "Efficient Removal of Heavy Metal Ions with An EDTA Functionalized Chitosan/ Polyacrylamide Double Network Hydrogel". *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* 5 (2017): h. 843-851.
- Maitra dan Vivek. "Cross-linking in Hydrogels - A Review" *American Journal of Polymer Science* 4, no. 2 (2014) h: 25-31.
- Mardina, Primata, Adelina I Talalangi, Jhon FM, Sitinjak, Andri Nugroho dan M Reza Fahrizal. "Pengaruh Proses Delignifikasi pada Produksi Glukosa dari Tongkol Jagung dengan Hidrolisis Asam Encer". *Konversi* 2, no. 2 (2013); h. 17-23.
- Martina, Dewi, Rum Hastuti dan Didik Setiyo Widodo. "Peran Adsorben Selulosa Tongkol Jagung (*Zea mays* L.) dengan Polivinil Alkohol (PVA) untuk Penyerapan Ion Logam Timbal (Pb^{2+})". *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 19, no.3 (2016): 77-82.
- Melero, Anna, Andre Senna, Juliana Domingues, Adriana Motta, Moema Haussen, Antonio Riul Junior, Eliana Duek and Vagner Botaro. "Chelating Effect of Cellulose Acetate Hydrogel Crosslinked with EDTA Dianhydride Used a Platform for Cell Growth". *Advances in Materials Science and Engineering* (2019); h. 1-11.
- Morisa, Yani. "Penyerapan Ion Logam Perak (Ag) dan Mangan (Mn) Menggunakan Gel Kulit Buah Tempayang (*Scaphium macropodum*)". *Skripsi*. Padang. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, 2008.
- Nadhila, Ulfa dan Harmin Sulistyaning Titah. "Kajian Penambahan EDTA pada Fitoremediasi Logam Berat Timbal". *Jurnal Teknis ITS* 9, NO. 2 (2020): h. 17-22.
- Nazar dan M. Hasan. "Spektroskopi Molekul". *Skripsi*. Manado: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sumatera Utara, 2018.
- Ningsih, Erlinda, Abas Sato, Mochammad Alfian Nafiuddin dan Wisnu Setyo Putranto. "Absorpsi Gas CO_2 Berpromotor MSG dalam Larutan K_2CO_3 ". *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri* (2017): h. 1-5.

- Ningsih, Surya Mulyana. "Reduksi Logam Besi (Fe) dalam Minyak Nilam (*Patchouli oil*) dengan Metode Kompleksometri Menggunakan Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)". *Skripsi*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2020.
- Noor, Ilhamasyah. "Isolasi dan Karakterisasi β -Glukan dari Tubuh Buah Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan Spektroskopi UV-Visible dan FTIR". *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Syarif Hidayatullah, 2010.
- Nurfadila, A Maddu, C. Winarti dan M. Kurniati. "Cellulose-Based Nano Hydrogel from Corn cob by Gamma Irradiation". *Earth and Environmental Science* 299 (2019): h. 1-9.
- Nurfilah, Erva. "Studi Awal Hidrogel Poliakrilamida-Co-Kitosan Sebagai Penyerap Ion Logam Cr, Co, Ni, Cu, Zn Dan Pb". *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2013.
- Nurhaini, Rahmi dan Arief Affandi. "Analisa Logam Besi (Fe) di Sungai Pasar Daerah Belangwetan Klaten dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom". *Jurnal Ilmiah Manutung* 2, no. 1 (2016): h. 39-43.
- Nurhamiddin, Fauziah dan Marshus Hi. Ibrahim. "Studi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen Laut di Pelabuhan Bastiong Kota Ternate Propinsi Maluku Utara" *Dintek* 11, no. 2 (2018): h. 41-55.
- Ostrowska, Czubenko, J. and Gierszewska Drużyńska, M. "Effect of Ionic Crosslinking on the Water State in Hydrogel Chitosan Membranes". *Carbohydrate Polymers* 77, no. 3 (2009): h. 590-598.
- Oyama, Toshiyuki. "Cross-Linked Polymer Synthesis". *Polymeric Nanomaterials*: h. 1-11.
- Parhi, Rabinarayan. "Cross-Linked Hydrogel for Pharmaceutical Application: A Review". *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 7, no. 4 (2017): h. 515-530.
- Parhusip, Arrye Genap. "Oksidasi Hidrogel yang Dihasilkan dari Selulosa Tongkol Jagung (*Zea mays L.*) Menggunakan Tempo" *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2017.
- Pratama, Aditya Gandhi, Rudhi Pribadi dan Lilik Maslukah. "Kandungan Logam Berat Pb dan Fe pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Sungai Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugo Kota Semarang". *Journal of Marine Research* 1, no. 1 (2012): h. 118-122.
- Prayogi, Wahyu. "Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Polimer Super Absorben". *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, 2016.
- Purba, Marlina. "Pembuatan Hidrogel Berbasis Selulosa dari Tongkol Jagung (*Zea mays L.* dengan Metode Ikat Silang" *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2015.

- Purwaningsih Dyah. "Absorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi" *Jurnal Penelitian Saintek* 14, no. 1 (2009): h. 59-76.
- Purwanti, Adi dan Muhammad Yusuf. "Upaya Peningkatan Kelarutan Kitosan dalam Asam Asetat dengan Melakukan Perlakuan Awal pada Pengolahan Limbah Kulit Udang Menjadi Kitosan" *Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi* 8, (2013): h. 198-202.
- Putranto, Thomas Triadi. "Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) pada Air Tanah" *Teknik* 32 no. 1 (2011): h. 62-71.
- Putri, Windi Anggara. "Pembuatan Hidrogel dari Reaksi Ikat Silang Kitosan dengan Dialdehid Selulosa Sebagai Penyembuh Luka". *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2019.
- Putro, Permono Adi, Ahmad Sofyan Sulaeman, Erizal, Imas Ratna dan Megawati. "Absorpsi Ion Logam Cu (II) Berbasis Hidrogel Superabsorben CMC-G PKA/NAALG dengan Teknik Iradiasi Sinar Gamma" *Seminar Nasional Fisika* 7 (2018): h. 1-9.
- Rahayuningdyah, Dewi Wuragil, Diana Lyrwati dan Ferri Widodo. "Pengembangan Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan PVP". *Pharmaceutical Journal of Indonesia* 5, no. 2 (2020): h. 117-122.
- Rahmayani, Fatimah. "Analisa Kadar Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) dalam Air Zamzam Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)". *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2009.
- Ranilla, Lena Galvez. "The Application of Metabolomics for the Study of Cereal Corn (*Zea mays* L.) *Metabolites* 10, 300 (2020) h: 1-24.
- Ritonga, Halimahtussaddiyah, Anugrah Nurfadillah, Fransiskus S. Rembon, L.O.A.N Ramadhan dan Muhammad Nurdin. "Preparation of Chitosan EDTA Hydrogel as Soil Conditioner for Soybean Plant (*Glycine max*)" *Groundwater for Sustainable Development* 9 (2019): h. 1-8.
- Rosema, Rima, Endang Supriyanti dan Sri Sedjati. "Pemanfaatan Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Pb pada Perairan yang Tercemar Minyak Bumi" *Buletin Oseanografi Marina* 10, no.1 (2021): h. 61-66.
- Salleh, Khusairi Mohd, Sarani Zakaria, Mohd Shaiful Hajab, Sinyee Gan dan Hatika Kaco. "Superabsorbent Hydrogel From Oil Palm Empty Fruit Bunch Cellulose and Sodium Carboxymethylcellulose". *International Journal of Biological Macromolecules* 131 (2019): h. 50-59.
- Sari, Poppy Diana, Wuwuh Asrining Puri dan Dinarta Hanum. "Delignifikasi Bonggol Jagung dengan Metode Microwave Alkali". *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian AGRIKA* 12, no. 12 (2018): h. 164-172.

- Sari, Sisi Dira. "Pembuatandaftar Hidrogel Semi Jaringan Polimer Interpenetrasi dari Mikrokristalin Selulosa Sekam Padi". *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2019.
- Septevani, Athanasia A, Dian Burhani dan Sudiarmanto. "Pengaruh Proses Pemutihan Multi Tahap Serat Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit". *Jurnal Kimia dan Kemasan* 40, no.2 (2018): h. 71-78.
- Setiawan, Heru. "Pencemaran Logam Berat di Perairan Pesisir Kota Makassar dan Upaya Penanggulangannya". *Teknis Botani* 11, no. 1 (2014): h. 1-13.
- Sheikh Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman. *Lubaaat Tafsir Min Ibnu Katsiir*. Terj. M. Abdul Ghoffar. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'I, 2005.
- Singh, Reena, Neetu Gautam, Anurag Mishra and RPrasetyov Gupta. "Heavy Metals and Living Systems: An Overview". *Indian Journal of Pharmacology* 43, no. 3 (2011): h. 246-253.
- Suliwarno Ambyah dan Prasetyo Bayu Aji. "Karakteristik Hidrogel Selulosa/polivinil Alkohol Untuk Absorpsi Logam Berat" *Journal of Material Science*. (2017): h. 55-61.
- Susiati, Heni, Yarianto SBS, Ali Arman L. dan Yulizon Menri. "Kandungan Logam Berat (Cu, Cr, Zn dan Fe) pada Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara". *Pengembangan Energi Nuklir* 2, no.1 (2014): h. 1-10.
- Wiradipta, I Dewa Gede Agung. "Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa dari Tongkol Jagung". *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Sepuluh Nopember, 2017.
- Zainal, Sarah Husnaini, Nurul Hanisah Mohd, Nabilah Suhaili, Farah Hannan Anuar, Azwan Mat Lazim and Rizafizah Othaman". *Preparation of Cellulose-Based Hydrogel: A Review*". *Journal of Materials Research and Technology* 10, (2021): h. 935-952.

Lampiran 1. Skema Penelitian



Lampiran 2. Perhitungan Kandungan Selulosa Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)

Diketahui:

Massa tongkol jagung = 20 gram

Massa selulosa tongkol jagung = 14,0115 gram

Ditanyakan:

Kandungan selulosa (%) = ...?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{Kandungan selulosa} &= \frac{\text{massa selulosa}}{\text{massa tongkol jagung}} \times 100\% \\ &= \frac{14,0115 \text{ gram}}{20 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 70,05\%\end{aligned}$$

Lampiran 3. Perhitungan Uji Rasio *Swelling* Hidrogel

No.	Penambahan EDTA (gr)	Bobot Awal	Bobot Akhir
1.	0,100	2,000	9,62
2.	0,125	2,000	9,6081
3.	0,150	2,000	9,3241

$$\% \text{ rasio swelling} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Diketahui:

W_0 = Bobot Awal Hidrogel

W_1 = Bobot Akhir Hidrogel

Penambahan EDTA 0,100 gram

$$\begin{aligned} \% \text{ rasio swelling} &= \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,62 - 2,000}{2,000} \times 100\% \\ &= 381\% \end{aligned}$$

Penambahan EDTA 0,125 gram

$$\begin{aligned} \% \text{ rasio swelling} &= \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,6081 - 2,000}{2,000} \times 100\% \\ &= 380,40\% \end{aligned}$$

Penambahan EDTA 0,150 gram

$$\begin{aligned} \% \text{ rasio swelling} &= \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,3241 - 2,000}{2,000} \times 100\% \\ &= 366,20\% \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Fraksi Gel

No.	Penambahan EDTA (gr)	Bobot Kertas Saring (gr)	Bobot Kertas Saring + Hidrogel Kering (gr)	Bobot Kering Akhir (W ₁)
1.	0,100	1,1373	3,8367	2,7297
2.	0,125	1,0857	5,7815	4,6958
3.	0,150	1,0764	3,8916	2,8152

$$\% \text{ fraksi gel} = \frac{W_1}{W_0} \times 100\%$$

Diketahui:

W_0 = Bobot Awal Hidrogel

W_1 = Bobot Akhir Hidrogel

Penambahan EDTA 0,100 gram

$$\begin{aligned}
 \% \text{ fraksi gel} &= \frac{W_1}{W_0} \times 100\% \\
 &= \frac{2,7297}{2} \times 100\% \\
 &= 136,484\%
 \end{aligned}$$

Penambahan EDTA 0,125 gram

$$\begin{aligned}
 \% \text{ fraksi gel} &= \frac{W_1}{W_0} \times 100\% \\
 &= \frac{4,6958}{2} \times 100\% \\
 &= 234,79\%
 \end{aligned}$$

Penambahan EDTA 0,150 gram

$$\begin{aligned}\% \text{ fraksi gel} &= \frac{W_1}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{2,8152}{2} \times 100\% \\ &= 140,76\%\end{aligned}$$



Lampiran 5. Penentuan Kurva Standar Logam Cu dan Fe

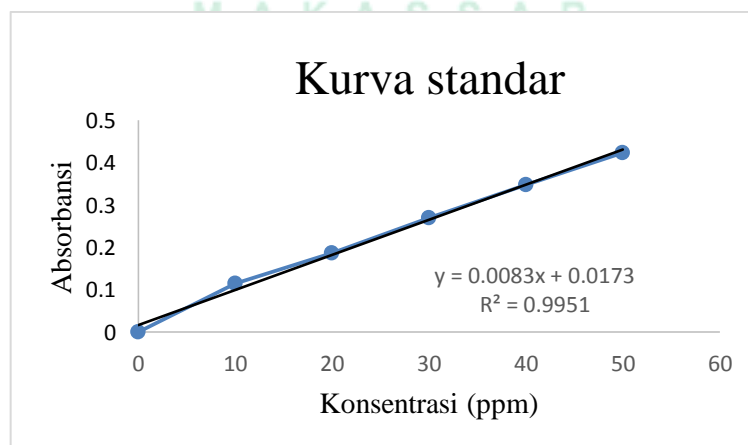
1. Kurva Standar Logam Cu

a. Deret Standar

Tabel 4.1 Konsentrasi Absorbansi Deret Standar

No.	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	X ²	Y ²	XY
1	0,0000	0,0009	0	0,00000081	0
2	10	0,1152	100	0,01327104	1,152
3	20	0,1868	400	0,03489242	3,736
4	30	0,2619	900	0,07241481	8,073
5	40	0,3479	1600	0,12103441	13,916
6	50	0,4232	2500	0,17909824	21,16
$\Sigma n=6$	$\Sigma x= 150$	$\Sigma y= 01,3431$	$\Sigma x^2= 5500$	$\Sigma y^2= 0,42071355$	$\Sigma x.y= 48,037$

b. Grafik



c. Analisis Data

Diketahui:

$$\begin{aligned}\sum n &= 6 \\ \sum x &= 150 \\ \sum y &= 1,3431 \\ \sum x^2 &= 5500 \\ \sum y^2 &= 0,42071355 \\ \sum xy &= 721,8588\end{aligned}$$

Ditanyakan:

- 1) Nilai slope (a) =?
- 2) Nilai intersep (b) =?
- 3) Persamaan garis lurus (y) =?
- 4) Nilai regresi (R) =?

Penyelesaian:

1) Penentuan Nilai Slope (a)

$$\begin{aligned}a &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \\ &= \frac{(6 \times 288,22) - (150 \times 1,3431)}{6 \times 5500 - (150)^2} \\ &= \frac{288,222 - 201,465}{33000 - 22500} \\ &= \frac{86,757}{10500} \\ &= 0,0083\end{aligned}$$

2) Penentuan Nilai Intersep (b)

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \\
 &= \frac{(1,3431)(5500) - (150)(48,037)}{6 \times 550 - (150)^2} \\
 &= \frac{7387,05 - 7205,55}{33000 - 22500} \\
 &= \frac{181,5}{10500} \\
 &= 0,0173
 \end{aligned}$$

3) Penentuan Persamaan Garis Lurus (y)

$$\begin{aligned}
 y &= ax + b \\
 y &= 0,0083x + 0,0173 \\
 0,0083x &= y + 0,0173 \\
 x &= \frac{y + 0,0173}{0,0083}
 \end{aligned}$$

4) Penentuan Nilai Regresi (R)

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2))((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}} \\
 &= \frac{(6 \times 48,037) - (150 \times 1,3431)}{\sqrt{((6 \times 5500) - (150)^2)((6 \times 0,42071355) - (1,3431)^2)}} \\
 &= \frac{288,22 - 201,465}{\sqrt{(33000 - 22500)(2,5242813 - 1,80391761)}} \\
 &= \frac{86,755}{\sqrt{(10500)(0,72036369)}} \\
 &= \frac{86,755}{\sqrt{7563,818745}} \\
 &= 0,9975
 \end{aligned}$$

2. Kurva Standar Logam Fe

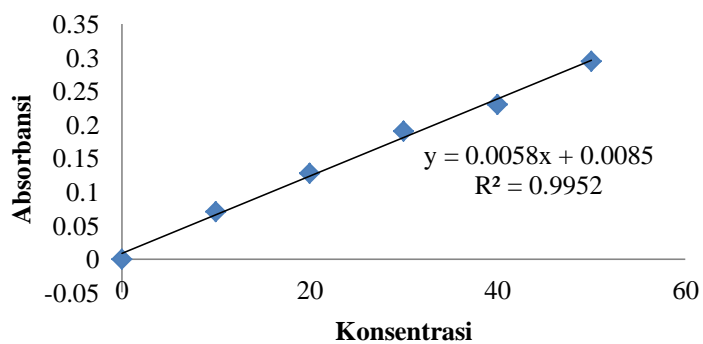
a. Deret Standar

Tabel 4.2 Konsentrasi Absorbansi Deret Standar

No.	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	X^2	Y^2	XY
1	0,0000	-0,0002	0	0,00000004	0
2	10	0,0708	100	0,00501264	0,708
3	20	0,1280	400	0,016384	2,560
4	30	0,1906	900	0,03632836	5,718
5	40	0,2305	1600	0,05313025	9,22
6	50	0,2943	2500	0,08661249	14,715
$\Sigma n=6$	$\Sigma x= 150$	$\Sigma y= 0,914$	$\Sigma x^2= 5500$	$\Sigma y^2= 0,19746804$	$\Sigma x.y= 32,921$

b. Grafik

Kurva Standar



c. Analisis Data

Diketahui:

$$\begin{aligned}\sum n &= 6 \\ \sum x &= 150 \\ \sum y &= 1,3431 \\ \sum x^2 &= 5500 \\ \sum y^2 &= 0,42071355 \\ \sum xy &= 721,8588\end{aligned}$$

Ditanyakan:

- 1) Nilai slope (a) =?
- 2) Nilai intersep (b) =?
- 3) Persamaan garis lurus (y) =?
- 4) Nilai regresi (R) =?

Penyelesaian:

1) Penentuan Nilai Slope (a)

$$\begin{aligned}a &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \\ &= \frac{(6 \times 32,921) - (150 \times 0,914)}{6 \times 5500 - (150)^2} \\ &= \frac{197,526 - 137,1}{33000 - 22500} \\ &= \frac{60,426}{10500} \\ &= 0,0058\end{aligned}$$

2) Penentuan Nilai Intersep (b)

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \\
 &= \frac{(0,914)(5500) - (150)(32,921)}{6 \times 5500 - (150)^2} \\
 &= \frac{5027 - 4938,15}{33000 - 22500} \\
 &= \frac{88,85}{10500} \\
 &= 0,0085
 \end{aligned}$$

3) Penentuan Persamaan Garis Lurus (y)

$$\begin{aligned}
 y &= ax + b \\
 y &= 0,0057x + 0,00846 \\
 0,0057x &= y + 0,00846 \\
 x &= \frac{y + 0,00846}{0,0057}
 \end{aligned}$$

4) Penentuan Nilai Regresi (R)

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2))((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}} \\
 &= \frac{(6 \times 32,921) - (150 \times 0,914)}{\sqrt{((6 \times 5500) - (150)^2)((6 \times 0,19746804) - (0,914)^2)}} \\
 &= \frac{197,526 - 137,1}{\sqrt{(33000 - 22500)(1,18480824 - 0,835396)}} \\
 &= \frac{60,426}{\sqrt{(10500)(0,34941224)}} \\
 &= \frac{60,426}{\sqrt{3668,82852}} \\
 &= 0,9976
 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Pembuatan Larutan NaOH 8% dalam 100 mL

Diketahui :

$$\% = 8 \%$$

$$\text{Massa jenis} = 2,13 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Mr} = 40$$

$$\text{Volume} = 250 \text{ mL}$$

Ditanyakan :

$$\text{massa NaOH} = \dots?$$

Penyelesaian :

$$M = \frac{\% \times \rho \times 10}{\text{Mr}}$$

$$\begin{aligned} M &= \frac{8\% \times 2,13 \times 10}{40} \\ &= 4,26 \text{ M} \end{aligned}$$

$$M = \frac{\text{gr}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{V}$$

$$4,26 = \frac{\text{gr}}{40} \times \frac{1000}{250}$$

$$\begin{aligned} \text{gr} &= 40 \times 4,26 \times \frac{250}{1000} \\ &= 42,6 \text{ gram} \end{aligned}$$

2. Pembuatan Larutan NaOCl 3,5 % dalam 100 mL

Diketahui :

$$C_1 = 12\%$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$C_2 = 3,5\%$$

Ditanyakan :

$$V_1 = \dots\dots?$$

Penyelesaian

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 \cdot 12\% = 100 \text{ mL} \cdot 3,5\%$$

$$V_1 \cdot 12 = 350 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{350 \text{ mL}}{12}$$

$$V_1 = 29,16 \text{ mL}$$

3. Pembuatan Larutan CH_3COOH 2% (b/v) dalam 50 mL

Diketahui :

$$C_1 = 100\%$$

$$V_2 = 50 \text{ mL}$$

$$C_2 = 2\%$$

Ditanyakan :

$$V_1 = \dots\dots?$$

Penyelesaian :

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 \cdot 100\% = 50 \text{ mL} \cdot 2\%$$

$$V_1 \cdot 100 = 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL}}{100}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

4. Pembuatan Larutan NaOH 2 M dalam 50 mL

Diketahui :

$$\text{Konsentrasi NaOH} = 2 \text{ M}$$

$$\text{Mr} = 40$$

$$\text{Volume} = 50 \text{ mL}$$

Ditanyakan :

$$\text{gr} = \dots?$$

Penyelesaian :

$$M = \frac{\text{gr}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{v}$$

$$2 \text{ M} = \frac{\text{gr}}{40} \times \frac{1000}{50}$$

$$2 \text{ M} = \frac{\text{gr}}{40} \times 20$$

$$40 \cdot 2 \text{ M} = \text{gr} \times 20$$

$$\text{gr} = \frac{80}{20}$$

$$\text{gr} = 4 \text{ gram}$$



5. Pembuatan Larutan Ion Logam Cu

a. Pembuatan Larutan Induk 1000 ppm dalam 100 mL

Diketahui :

Konsentrasi Larutan Induk = 1000 ppm

Mr Cu (NO₃)₂ = 187,5

Ar Cu = 63,5

Ditanyakan :

Massa =?

Penyelesaian:

$$\text{mg} = \frac{\text{ppm} \times L \times \text{Mr Cu(NO}_3)_2}{\text{Ar Cu}}$$

$$\text{mg} = \frac{1000 \times 0,1 \times 187,5}{63,5}$$

$$\text{mg} = \frac{18.750}{63,5}$$

$$\text{mg} = 295,275$$

$$= 0,29 \text{ gram}$$

b. Larutan Standar 100 ppm dalam 100 mL

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \cdot 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ mL}}{1000}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

c. Deret Standar 10, 20, 30, 40, 50 ppm dalam 100 mL

1). Deret 10 ppm

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{1000 \text{ mL}}{100}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

6. Pembuatan Larutan Logam Fe

a. Pembuatan Larutan Induk 1000 ppm dalam 100 mL

Diketahui :

Konsentrasi Larutan Induk = 1000 ppm

Mr Fe (NO₃)₃ = 244

Ar Fe = 55,847

Ditanyakan :

Massa =?

Penyelesaian:

$$\text{mg} = \frac{\text{ppm} \times L \times \text{Mr Fe(NO}_3)_3}{\text{Ar Fe}}$$

$$\text{mg} = \frac{1000 \times 0,1 \times 244}{55,847}$$

$$\text{mg} = \frac{24,400}{55,847}$$

$$\text{mg} = 436,907 \text{ mg}$$

$$= 0,44 \text{ gram}$$

Untuk pembuatan larutan induk ion logam Fe 1000 ppm maka padatan Fe(NO₃)₃ dilarutkan dalam 100 mL *waterone* sebanyak 0,44 gram. Perhitungan pembuatan larutan standar 100 ppm dalam 100 mL dan deret standar 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm dalam 50 mL sama seperti perhitungan pada pembuatan larutan ion logam Cu.

Lampiran 7. Perhitungan Absorpsi Logam Berat Cu dan Fe

1) Absorpsi Logam Cu

No.	Penambahan EDTA	Absorbansi	Konsentrasi
1	0,100	0,1617	21,5662 ppm
2	0,125	0,1427	19,2771 ppm
3	0,150	0,1411	19,0843 ppm

Penentuan konsentrasi sisa logam berat Cu yaitu dengan menggunakan persamaan regresi linier.

$$Y = 0,0083x - 0,0173$$

$$Y = bx + a$$

a) Penentuan Konsentrasi Awal

$$x = \frac{y + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = \frac{0,1868 + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = 24,5903 \text{ ppm}$$

b) Hidrogel 0,100

$$x = \frac{y + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = \frac{0,1617 + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = 21,5662 \text{ ppm}$$

c) Hidrogel 0,125

$$x = \frac{y + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = \frac{0,1427 + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = 19,2771 \text{ ppm}$$

d) Hidrogel 0,150

$$x = \frac{y + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = \frac{0,1411 + 0,0173}{0,0083}$$

$$x = 19,0843 \text{ ppm}$$

2) Absorpsi Logam Fe

No.	Penambahan EDTA	Absorbansi	Konsentrasi
1	0,100	0,1117	20,7241 ppm
2	0,125	0,1067	19,8620 ppm
3	0,150	0,1073	19,9655 ppm

Penentuan konsentrasi sisa logam berat Fe yaitu dengan menggunakan persamaan regresi linier.

$$Y = 0,0058x - 0,0085$$

$$Y = bx + a$$

a) Penentuan Konsentrasi Awal

$$x = \frac{y + 0,0085}{0,0058}$$

$$x = \frac{0,1280 + 0,0085}{0,0058}$$

$$x = 23,5344 \text{ ppm}$$

b) Hidrogel 0,100

$$x = \frac{y + 0,0085}{0,0058}$$

$$x = \frac{0,1117 + 0,0085}{0,0058}$$

$$x = 20,7241 \text{ ppm}$$

c) Hidrogel 0,125

$$x = \frac{y + 0,0085}{0,0058}$$

$$x = \frac{0,1067 + 0,0085}{0,0058}$$

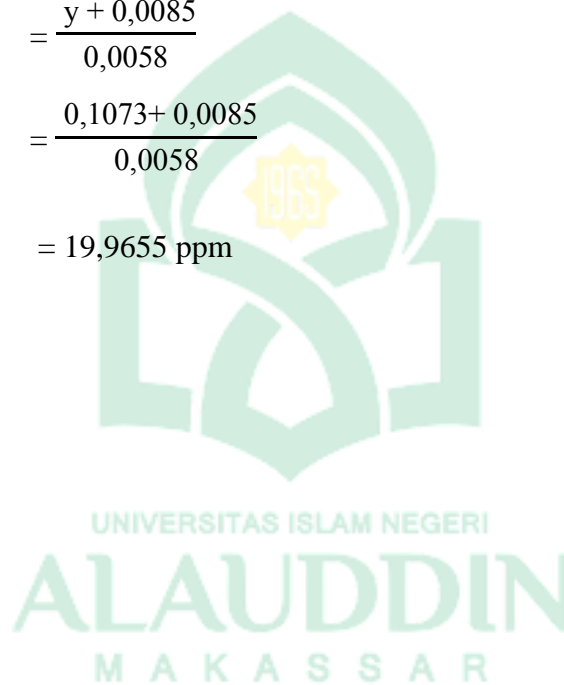
$$x = 19,8620 \text{ ppm}$$

d) Hidrogel 0,150

$$x = \frac{y + 0,0085}{0,0058}$$

$$x = \frac{0,1073 + 0,0085}{0,0058}$$

$$x = 19,9655 \text{ ppm}$$



Lampiran 8 Perhitungan Efisiensi Penyerapan Ion Logam

Penambahan EDTA (gr)	Ion Logam Cu		Ion Logam Fe	
	Konsentrasi	Konsentrasi	Konsentrasi	Konsentrasi
	Awal (C_0) (ppm)	Akhir (C_1) (ppm)	Awal (C_0) (ppm)	Akhir (C_1) (ppm)
0,100	24,5903	21,5622	23,5344	20,7241
0,125	24,5903	19,2711	23,5344	19,8620
0,150	24,5903	19,0843	23,5344	19,9655

$$\varepsilon (\%) = \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan :

C_0 : Konsentrasi Awal

C : Konsentrasi Akhir

1. Ion Logam Cu

a. Tongkol Jagung EDTA 0,100 gram

$$\% = \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\%$$

$$\% = \frac{(24,5903 - 21,5622 \text{ ppm})}{24,5903 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{3,0281}{24,5903} \times 100\%$$

$$= 12,31\%$$

b. Tongkol Jagung EDTA 0,125 gram

$$\% = \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\%$$

$$\% = \frac{(24,5932 - 19,2711)}{24,5932} \times 100\%$$

$$\% = \frac{5,3221}{24,5932} \times 100\%$$

$$= 21,64\%$$

c. Tongkol Jagung EDTA 0,150 gram

$$\begin{aligned}\% &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ \% &= \frac{(24,5932 - 19,0843 \text{ ppm})}{24,5932 \text{ ppm}} \times 100\% \\ \% &= \frac{5,5089}{24,5932} \times 100\% \\ &= 22,40\%\end{aligned}$$

2. Ion Logam Fe

a. Tongkol Jagung EDTA 0,100 gram

$$\begin{aligned}\% &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ \% &= \frac{(23,5344 - 20,7241)}{23,5344} \times 100\% \\ \% &= \frac{2,8103}{23,5344} \times 100\% \\ &= 11,94\%\end{aligned}$$

b. Tongkol Jagung EDTA 0,125 gram

$$\begin{aligned}\% &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ \% &= \frac{(23,5344 - 19,8620)}{23,5344} \times 100\% \\ \% &= \frac{3,6722}{23,5344} \times 100\% \\ &= 15,61\%\end{aligned}$$

c. Tongkol Jagung EDTA 0,150 gram

$$\begin{aligned}\% &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ \% &= \frac{(23,5344 - 19,9655)}{23,5344} \times 100\% \\ \% &= \frac{3,5689}{23,5344} \times 100\% \\ &= 15,16\%\end{aligned}$$

Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian

1. Ekstraksi Selulosa Tongkol Jagung



Diblender Tongkol Jagung



Delignifikasi



Dibleaching

2. Pembuatan Hidrogel



Selulosa
Tongkol Jagung + Kitosan
+ CH_3COOH + EDTA



Hidrogel Tongkol Jagung



Hidrogel Tongkol Jagung Kering

3. Uji Sediaan Hidrogel



Direndam Hidrogel Selama 24 jam



Ditimbang Hidrogel



Dikeringkan dengan menggunakan oven

4. Analisis Menggunakan FTIR dan AAS



Direndam dalam Larutan Logam



Residu di Uji dengan FTIR



Filtrat di Uji dengan SSA

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Nudia Tuljannah. Lahir di Ujung Pandang pada tanggal 11 April 1999. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Rukman Samaila dan Ibu Masita Yunan. Penulis memulai pendidikan pada usia 6 tahun di SD Islam Athirah 1 Makassar dan selesai pada tahun 2011. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Islam Athirah 1 Makassar dan tamat pada tahun 2014, kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Islam Athirah 1 Makassar, hingga tahun 2017. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan ke perguruan tinggi negeri Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar dengan mengambil prodi S1 Sains Kimia Fakultas Sains dan Teknologi dan menyelesaikan penelitian serta tugas akhir skripsi pada tahun 2021 dengan mengambil judul **“Pembuatan Hidrogel dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.) sebagai Absorben Logam Berat Cu dan Fe”**.